

VIRUSOVERDRACHT EN VECTORBESTRIJDING
IN POOTAARDAPPELGEWASSEN

*VIRUS TRANSMISSION AND VECTOR CONTROL
IN SEED POTATOES*

(Solanum tuberosum L.)

J. P. M. VAN DER WOLF

VIRUSOVERDRACHT EN VECTORBESTRIJDING
IN POOTAARDAPPELGEWASSEN

*VIRUS TRANSMISSION AND VECTOR CONTROL
IN SEED POTATOES*

(Solanum tuberosum L.)

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD
VAN DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS, IR. W. F. EIJSVOOGEL,
HOGLERAAR IN DE HYDRAULICA, DE BEVLOEIING,
DE WEG- EN WATERBOUWKUNDE EN DE BOSBOUWARCHITECTUUR,
TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN
VAN EEN COMMISSIE UIT DE SENAAAT
VAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP VRIJDAG 27 OKTOBER 1961 TE 16 UUR

DOOR

J. P. M. VAN DER WOLF

STELLINGEN

I

In Nederland dienen de virusvectoren gedurende de periode waarin de secundair zieke planten worden verwijderd op alle pootaardappelpercelen bestreden te worden.

II

Het is onjuist dat de classificatie van pootaardappelgewassen waarin bestrijding van virusvectoren wordt toegepast, afhankelijk wordt gesteld van het percentage secundair bladrolzieke planten dat in het begin van de groeiperiode in het veld wordt aangetroffen.

III

Bij verreweg de meeste aardappelrassen kan de omvang van de besmetting met Y-virus met behulp van de thans in Nederland gebruikte „afwrijftoets” niet eerder worden vastgesteld dan mogelijk is door middel van visuele beoordeling van de planten.

IV

Van het in sterkere mate gebruik maken, of het sparen van natuurlijke vijanden van schadelijke insecten in een hoog ontwikkelde akkerbouw is voorshands nog weinig voordeel te verwachten.

V

De efficiënte toepassing van biologische bestrijding in de glascultures wordt nog te zeer belemmerd door het eenzijdig streven naar chemische eradicatie.

VI

In Nederland moet de cultuur van tuinbouwgewassen in de volle grond voorlopig worden voorbehouden aan die bedrijfstypen, waarin zij voor wat betreft bedrijfsorganisatie en bedrijfsvoering past.

VII

Bij het (her)aanplanten van fruitgewassen in bedrijven in Zuid-West-Nederland dient uit een oogpunt van risicospreiding gestreefd te worden naar een verruiming van het nu daarvoor gebruikte sortiment.

VIII

De uitkomsten van het thans in ons land toegepaste chemische grondonderzoek vormen een te smalle basis voor de beoordeling van de bodemvruchtbaarheid op bouwland.

IX

Bij het streven naar verhoging van het welvaartsniveau van de agrarische bevolkingsgroep dienen in West-Europa de inspanningen thans meer gericht te worden op verruiming van de algemene vorming dan op een rechtstreekse vergroting van de bedrijfseconomische en technische kennis.

X

Kadervorming in de agrarische bevolkingsgroep is één der belangrijkste middelen ten einde in grote organisaties en coöperaties de band tussen de leden en de leidinggevende top te versterken.

XI

In de agrarische gebieden van Zeeland dienen spoedig uitgewerkte plannen te worden beraamd voor een constructief plattelandsbeleid. Voor hun verwezenlijking dienen nieuwe vormen van samenwerking tussen particulier initiatief en overheden gevonden.

XII

Bij de verdere ontwikkeling van het leerplan der middelbare landbouwscholen is het noodzakelijk het karakter van „winterschool” te handhaven.

XIII

Wil de natuurwetenschap meer zijn dan een systematiek van ervaringskennis dan moet zij haar grondstellingen metafysisch schragen.

VOORWOORD

Wanneer ik bij de voltooiing van dit proefschrift terug zie op het levenspad dat ik tot nu toe heb mogen gaan, is het mij een werkelijke behoefte allen te danken, die tot mijn vorming en opleiding hebben bijgedragen.

Mijn dank gaat allereerst uit naar U, mijn Ouders, die mij in staat stelden tot de studie mijner keuze. Zeer erkentelijk ben ik alle Hoogleraren van de Landbouwhogeschool te Wageningen, die mij bij die studie hebben geleid.

Toen de tekst van deze dissertatie vrijwel gereed was, bereikte mij de ontstellende tijding van het — nog plotseling — verscheiden van mijn hooggeachte promotor, Prof. Dr. Ir. T. H. THUNG. Met dankbaarheid gedenk ik zijn grote belangstelling voor mijn onderzoekingen, alsmede zijn aanmoediging de resultaten daarvan te publiceren.

Hooggeleerde VAN DER WANT, hooggeachte promotor, dat Gij, te midden van zeer drukke werkzaamheden, onmiddellijk bereid waart de taak van promotor over te nemen, stel ik op zeer hoge prijs. Voor de hartelijkheid waarmee Gij mij bent tegemoet getreden, en voor de grote nauwgezetheid waarmee Gij U van Uw taak hebt gekweten, ben ik U ten zeerste erkentelijk.

Hooggeleerde DE WILDE, hooggeachte promotor, dat Gij de uiteindelijke verantwoordelijkheid voor de entomologische aspecten van deze dissertatie op U hebt willen nemen, waardeer ik zeer. Uw kritische instelling ten opzichte van de inhoud, is deze zeer ten goede gekomen. Voor Uw welwillende bemiddeling bij het leggen van contact met Prof. VAN DER WANT, ben ik U oprecht dankbaar.

Hooggeachte HILLE RIS LAMBERS, voor de leiding die Gij hebt gegeven bij het schrijven van dit proefschrift, ben ik U zeer veel dank verschuldigd. De wijze waarop Gij mij verder hebt ingeleid in enige praktische problemen op het gebied van de entomologie en de virologie, heeft een beslissende invloed gehad op mijn wetenschappelijke vorming. Aan de vele uren, die Gij mij ter beschikking stelde voor diepgaande gedachtenwisseling over de grote problemen waarmee de Nederlandse pootaardappelteelt thans te kampen heeft, bewaar ik de beste herinneringen.

Zeër geachte ROZENDAAL, heel veel heb ik van U mogen leren met betrekking tot de diagnostiek van de aardappelvirusziekten. Voor de vriendschappelijke belangstelling waarmee Gij mijn werk steeds hebt gevolgd, ben ik U zeer erkentelijk.

Zeër geachte STAAL, rekening houdend met al mijn verlangens hebt Gij jarenlang voor mijn proefvelden een plaats in Uw bedrijfsplan ingeruimd. Zonder deze grote gastvrijheid zou ik mijn veldproeven niet hebben kunnen aanleggen. Mijn inzicht in de praktische problemen van de pootaardappelteelt, is door Uw kritische interesse voor mijn werk belangrijk verdiept. Uw onbaatzuchtige hulpvaardigheid en Uw goede zorgen aan de proefgewassen besteed, waardeer ik ten zeerste.

Dat mijn wetenschappelijke en vriendschappelijke contacten met WOLFGANG RÖNNEBECK door zijn plotselinge dood een zo abrupt einde vonden, heb ik zeer betreurd. Op het gebied van de vectorbestrijding heeft hij met overgave gearbeid en zich belangrijke verdiensten verworven.

Gaarne breng ik dank aan de FARBENFABRIEKEN BAYER A.G. te LEVERKUSEN en aan de N. V. AGRO CHEMIE te ARNHEM, voor het ter beschikking stellen van de bestrijdingsmiddelen.

De FARBENFABRIEKEN BAYER A.G. en het Bestuur van de STICHTING KEURINGS-DIENST ZEELAND VAN DE N.A.K. te GOES, betuig ik mijn oprechte dank voor de bijdragen in de kosten van het onderzoek naar de mogelijkheden tot het bestrijden van bladrolvectoren in de praktijk van de pootgoedteelt.

Het Bestuur van de COÖPERATIEVE HANDELSVERENIGING VAN DE N.C.B. G.A. te VEGHEL dank ik voor de genoten gastvrijheid op het voormalig KWEEKBEDRIJF „KRUISPOLDER”, bij het uitvoeren van de veldproeven gedurende de eerste jaren.

Mevrouw FIA DE WAELE-GEERARDS ben ik zeer erkentelijk voor het accurate typen van het manuscript.

Voor de grote vrijheid en de steun die mijn Vrouw mij in mijn werk gaf, zijn woorden van dank een te geringe vergoeding.

INHOUDSOPGAVE

Algemene inleiding	9
1. Enige aspecten van het bladrolvirus en zijn vector de perzikbladluis (<i>Myzus persicae</i> SULZ.)	15
1. 1. Inleiding	15
1. 2. De aard van de bladrolziekte en haar smetstofbronnen	15
1. 3. De levenscyclus en het gedrag van de perzikbladluis (<i>Myzus persicae</i> SULZ.)	16
1. 4. De opname en overdracht van bladrolvirus door de vector	21
1. 5. De verbreiding van het bladrolvirus in de aardappelplant	25
1. 6. Enige aspecten van het transport van Systox in de plant en de werking van dit aphicide	26
1. 7. Praktijkproblemen bij de bestrijding van de bladrolziekte in Nederland	30
2. Opzet en methodiek van de veldproeven	32
3. Veldproeven ter bestrijding van bladrolvectoren	37
3. 1. Inleidende veldproeven	37
3. 1. 1. De proef van 1951	37
3. 1. 2. De proef van 1952	38
3. 1. 3. Bespreking van de resultaten	40
3. 2. Voortgezette veldproeven	41
3. 2. 1. Inleiding	41
3. 2. 2. De proeven van 1954	43
3. 2. 3. De proeven van 1955	45
3. 2. 4. De proeven van 1956	46
3. 2. 5. Bespreking van de resultaten	49
4. De bestrijding van bladrolvectoren in de praktijk van de pootgoedteelt	51
4. 1. Nader onderzoek omtrent enkele praktische problemen	51
4. 1. 1. Inleiding	51
4. 1. 2. Opzet en uitvoering van de proef	52
4. 1. 3. Bespreking van de resultaten	54
4. 2. Enige resultaten van vectorbestrijding in de praktische pootgoedteelt in 1957	55

5. Een vergelijking van de bladrolbesmetting van het uitgangsmateriaal met die van de nateelt bij verschillend behandelde pootgoedgewassen . .	57
5. 1. Inleiding	57
5. 2. Opzet en uitvoering van de proef	58
5. 3. Bespreking van de resultaten	60
6. Bestrijding van Y-virus-vectoren door bespuitingen met systemische aphiciden	61
6. 1. Inleiding	61
6. 2. Bladluizen en Y-virus	62
6.3. De invloed van bespuitingen met systemische aphiciden op de verspreiding van Y-virus	65
6. 3. 1. Inleiding	65
6. 3. 2. De veldproef van 1957	67
6. 3. 3. Bespreking van de resultaten	67
7. Samenvatting en conclusie	70
Summary	72
Literatuur	80

ALGEMENE INLEIDING

De in dit geschrift besproken onderzoeken werden in 1951 aangevangen met het doel verdere verbeteringen aan te brengen in de teelt van pootaardappelen in Nederland. Bij deze teelt vormden toen voornamelijk bladrolvirus, Y-virus, stippelstreepvirus, A-virus, X-virus en S-virus een gevaar voor de gezondheid van de gewassen. Over deze virussen kan globaal het volgende worden opgemerkt.

Bladrolvirus is de oorzaak van de toenmaals belangrijkste virusziekte in de Nederlandse aardappelteelt. Het virus wordt overgebracht door bladluizen en vrijwel uitsluitend door de perzikbladluis, *Myzus persicae* SULZ.. Bij alle in Nederland bekende aardappelrassen komt de bladrolziekte voor, alhoewel er tussen deze rassen belangrijke verschillen in vatbaarheid en gevoeligheid bestaan. Meermalen was deze virusziekte oorzaak van grote teleurstellingen in de nateelt van pootgoedgewassen.

Y-virus en stippelstreepvirus, die min of meer aan elkaar verwant zijn, worden beide overgebracht door bladluizen. Ook *Myzus persicae* is daartoe in staat, maar vele andere bladluissoorten doen dat eveneens. Stippelstreepvirus kwam en komt in de Nederlandse aardappelgewassen betrekkelijk weinig voor. Het Y-virus trad tot omstreeks 1957 slechts op beperkte schaal op. De selectie¹⁾ daarop kon vrijwel steeds vroegtijdig worden uitgevoerd, omdat het ziektebeeld van de secundair zieke planten²⁾ reeds zeer spoedig na het opkomen van het gewas te herkennen is, terwijl ook het herkennen van primair zieke planten³⁾ geen noemenswaardige moeilijkheden oplevert. Teleurstellingen in de nateelt met betrekking tot Y-virus kwamen tot 1957 weinig voor. Het „Tabakrippenbräune Y-virus” (trb-Y-virus) was toen in Nederland nog niet bekend. Aan de bestrijding van Y-virus-vektoren is in dit geschrift een afzonderlijk hoofdstuk gewijd.

A-virus wordt eveneens overgebracht door bladluizen en op een wijze die vergelijkbaar is met die bij Y-virus en stippelstreepvirus. Bij de vatbare rassen levert dit virus soms ernstige moeilijkheden op, maar gelukkigerwijze is een groot aantal aardappelrassen, o.a. het voor de Nederlandse export zo belangrijke ras Bintje, resistent te velde voor A-virus.

X-virus en S-virus komen in sommige eigenschappen merkwaardig veel overeen. X-virus wordt echter in het geheel niet door bladluizen overgebracht, doch uitsluitend door aanraking van zieke met gezonde planten. De overdracht van

¹⁾ In de teelt van aardappelpootgoed wordt onder „selectie” verstaan het verwijderen van zieke en afwijkende planten uit een gewas.

²⁾ Een aardappelplant wordt secundair ziek genoemd, wanneer zij is opgegroeid uit een knol die met het desbetreffende virus besmet was.

³⁾ Een aardappelplant wordt primair ziek genoemd, wanneer zij is opgegroeid uit een gezonde knol en in de loop van de groeiperiode met het desbetreffende virus is besmet geraakt.

S-virus geschiedt eveneens gemakkelijk door onderlinge aanraking van de planten, maar bepaalde ervaringen wijzen er op dat overdracht door bladluizen niet geheel uitgesloten moet worden geacht. Beide virussen veroorzaken slechts weinig opvallende symptomen, maar wél belangrijke oogstdepressies. Daarom had de Nederlandsche Algemeene Keuringsdienst (N.A.K.) te Wageningen reeds in 1947 besloten de „stamselectie” ¹⁾ in te voeren en het gehele keuringsstelsel voor pootaardappelen te herzien. Het gevolg daarvan is geweest dat X- en S-virus in de Nederlandse pootaardappelteelt thans nog slechts in onbetekenende mate voorkomen, afgezien van het ras Eersteling dat met beide virussen voor 100% besmet is.

Dat de bladrolziekte de belangrijkste dreiging inhield kan geïllustreerd worden met de uitslag van een visuele beoordeling van 10.000 planten die wij in 1951 in Zuid-West Nederland uitvoerden in 100 willekeurige percelen, beplant met goedgekeurd Nederlands pootgoed van 23 verschillende rassen. Deze leverde het volgende beeld:

101	planten met bladrolvirus
4	„ „ Y-virus
15	„ „ A-, X- of S-virus
3	„ „ andere afwijkingen

123 planten met afwijkingen.

Bij de zieke planten bleek dus in ruim 80% van de gevallen bladrol voor te komen. Derhalve schonken wij bij onze onderzoeken de meeste aandacht aan bladrol.

Ook ROZENDAAL (1954) was van mening, dat bladrol het voornaamste probleem in de Nederlandse pootgoedteelt vormde.

De bladrolziekte veroorzaakt belangrijke oogstdepressies, doch niet alle aardappelrassen reageren even sterk. ESMARCH (1932) citeerde proeven van verschillende onderzoekers waarin zieke planten 15-83% minder opbrengst gaven dan gezonde. OORTWIJN BOTJES (1941) vond bij zieke planten opbrengstdervingen tot 84%. REESTMAN (1946) kwam tot opbrengstverminderingen in een grootte-orde van 50%, maar hij stelde tevens vast dat de opbrengstderving veroorzaakt door zieke planten in een gewas gedeeltelijk wordt gecompenseerd door de hogere opbrengsten van hun gezonde buurplanten, die over wat meer levensruimte beschikken; zie ook REESTMAN, 1960. FENJVES (1945) berekende voor Zwitserland het gemiddelde jaarlijkse opbrengstverlies ten gevolge van de bladrolziekte op 7,5-10% van de totale oogst. ARENZ & HUNNIUS (1959) vonden bij zieke planten van 25 rassen een gemiddelde opbrengstvermindering van 40%. Wordt een gezonde plant tijdens het groeiseizoen geïnfecteerd met bladrolvirus dan zal de opbrengst in dat jaar er in het algemeen weinig door gedrukt worden, tenzij de plant in een zeer jong stadium geïnfecteerd wordt. JONES (1944) constateerde bij zeer vroeg geïn-

¹⁾ Bij stamselectie worden op daarvoor erkende bedrijven virusvrije aardappelplanten, die de gewenste eigenschappen van het desbetreffende ras in hoge mate bezitten, onder streng toezicht geïsoleerd vermeerderd. De aldus verkregen klonen worden als z.g. stam-pootgoed (S-pootgoed) in de handel gebracht.

fecteerde primair zieke planten oogstdepressies tot 35%, terwijl secundair zieke planten opbrengstverliezen gaven tot 85%. De bladrolziekte blijkt dus oorzaak van grote economische schade.

De strijd tegen de bladrolziekte kan op verschillende wijzen worden gevoerd, n.l. door:

- a. Het kweken van resistente en onvatbare rassen, zoals reeds door OORTWIJN BOTJES (1920) werd voorgesteld. Dit is verre van eenvoudig (RIGOT & MÉLARD, 1958; ROSS, 1958; RUDOLF, 1958; HAMANN, 1961; ROSS, 1961) en heeft nog geen voor de praktijk bruikbare resultaten opgeleverd, in tegenstelling met hetgeen bereikt is ten aanzien van het A-virus en het Y-virus (ROZENDAAL, 1954).
- b. Fysiotherapeutische methoden (KASSANIS, 1950; THUNG, 1952; KASSANIS, 1954), die op korte termijn voor de praktijk evenmin uitkomst bieden.
- c. Fytohygiënische maatregelen, tot welk gebied men zich in de praktijk van de pootgoedteelt lange tijd had moeten beperken.
- d. Fytofarmaceutische middelen, gericht tegen het pathogeen of zijn vector.

Wat betreft de fytohygiënische maatregelen heeft men zich aanvankelijk geheel laten leiden door de ervaring. In bepaalde gebieden gaf de teelt van aardappelpootgoed gunstige resultaten, in andere niet. Later is gebleken dat daarvoor een tweetal oorzaken bestond, n.l. het aantal infectiebronnen en het aantal virus-overbrengende bladluizen (vectoren) (OORTWIJN BOTJES, 1919, 1920; ELZE, 1927; DAVIES, 1932, 1934, 1935, 1939; DAVIES & WHITEHEAD, 1935, 1938).

Het gevaar van de infectiebronnen trachtte men te ontlopen door de teelt te beginnen met gezond uitgangsmateriaal en deze te beoefenen in een „gezonde” omgeving, d.w.z. een milieu met zo weinig mogelijk viruszieke aardappelvelden (isolatie van de teelt).

De gevolgen van de activiteit van de vectoren met betrekking tot de virus-overdracht trachtte men te ontgaan door vroegtijdige selectie van vroeg groeiende gewassen en door vroeg rooien of vroege loofvernietiging.

Toen men eenmaal de rol van bladluizen als vectoren had leren kennen (OORTWIJN BOTJES, 1920) gingen de gedachten spoedig uit naar een min of meer directe strijd tegen de vectoren. Bij deze strijd kan men twee groepen van maatregelen onderscheiden:

- a. preventieve: het uitroeien van winterwaardplanten om het optreden van bladluizen te voorkomen;
- b. repressieve: het doden van bladluizen met chemische middelen om de infectieketen te onderbreken.

Op de zeer beperkte resultaten die langs preventieve weg te verkrijgen zijn, hebben o.a. HILLE RIS LAMBERS (1951^a) en GERSDORF (1955) gewezen. De lange afstand die bladluizen door de lucht kunnen afleggen is bij het uitroeien van winterwaardplanten te weinig overwogen (RÖNNEBECK, 1950, 1955; HILLE RIS LAMBERS, 1955^b; GERSDORF, 1955). De mogelijkheid van overwintering in het open veld mag men vooral bij perzikbladluizen in bepaalde jaren en gebieden niet onderschatten (WALDHAUER, 1957).

Op het gebied van de repressieve maatregelen werd reeds vroeg naar een

oplossing gezocht. Tussen 1921 en 1925 werden pogingen gedaan door COTTON, MURPHY, SCHULTZ & FOLSOM en MCINTOSH, die door ESMARCH (1932) worden vermeld. Daarbij werden bespuitingen uitgevoerd met nicotine. Ook in latere jaren hebben verschillende onderzoekers dit middel gebruikt bij hun pogingen het optreden van virusziekten in de aardappelteelt te beperken. In Amerika was dit o.a. SIMPSON (1932) en in Engeland deed DAVIES proeven omstreeks 1936 waarvan de resultaten voor zoverre kon worden nagegaan niet gepubliceerd zijn. In Nederland heeft o.a. HILLE RIS LAMBERS (SCHEPERS et al., 1954) aan dit vraagstuk gewerkt. In Duitsland werden in de loop der jaren dertig vele pogingen in het werk gesteld o.a. door OPITZ (1940), KLAPP (1942) en HEINZE (1947). In Zwitserland heeft FENJVES (1945) laboratoriumproeven gedaan met nicotine. In Engeland gebruikten DONCASTER & GREGORY (1948) nicotinedamp bij de bladluisbestrijding in grote aardappelvelden.

De resultaten van alle hier genoemde pogingen zijn geheel of vrijwel geheel negatief geweest. Gelukte het een enkele maal om een positief resultaat te bereiken dan staan daar direct vele negatieve uitslagen tegenover in voorgaande of volgende jaren. Vele onderzoekers zagen geen perspectieven in het streven om door middel van nicotine-bespuitingen het optreden van de blakrolziekte tegen te gaan. De mislukkingen kunnen achteraf bezien voor een groot deel worden toegeschreven aan het feit dat nicotine als vectorbestrijdingsmiddel slechts geringe mogelijkheden biedt. Het is een contactgif met zeer korte werkingsduur dat slechts die luizen treft die tijdens de behandeling op het gewas aanwezig zijn.

Toen DDT in de landbouw werd beproefd tegen een groot aantal schadelijke insecten (ANNAND et al., 1944; BOYCE, 1944; GRANOVSKY, 1944) werd dit middel ook toegepast in aardappelgewassen, aanvankelijk uitsluitend met het oogmerk directe zuigschade van bladluizen te voorkomen (GYRISKO et al., 1945; HELSON & GREAVES, 1945; HILL, 1945) waarbij zeer goede resultaten werden behaald. De eerste pogingen om met behulp van DDT de verspreiding van bladrolvirus tegen te gaan werden reeds in 1941 en 1942 ondernomen door FENJVES (1945), echter met slechts beperkt resultaat. BRONSON et al. (1946) verkregen bij soortgelijke pogingen met DDT een averechts effect. Proeven van SYLVESTER (1949) gaven van het gebruik van DDT weinig hoopvolle resultaten te zien. In de Amerikaanse staat Maine werd (en wordt) DDT op grote schaal gebruikt o.m. ter voorkoming van directe zuigschade van bladluizen, waarbij emulsies veel effectiever bleken dan spuitpoeders (= wettable powders). Gedurende de eerste jaren werden zwakke aanwijzingen verkregen dat de verspreiding van bladrolvirus door deze bespuitingen werd tegengegaan (SIMPSON & SHANDS, 1949; SHANDS et al., 1950). Later bleek echter dat een oordeelkundige toepassing van DDT de verspreiding van bladrolvirus in belangrijke mate verminderde (SIMPSON et al., 1952, 1956; SIMPSON & SHANDS, 1961; ANONYMUS, 1961). In Engeland behaalden BROADBENT et al. (1956; 1957^a; 1957^b; 1958) eveneens een reeks zeer goede resultaten met DDT-emulsies. BROADBENT (1957) ziet daarom o.a. in DDT-emulsies goede perspectieven voor de bestrijding van bladrol in de pootgoedteelt. De bladeren moeten met dit middel van boven en van onderen worden bespoten. Voor Neder-

landse omstandigheden biedt DDT weinig perspectieven, omdat het wegens de smalle rijenafstand en de geringe hoogte van de ruggen in het gewas zeer moeilijk is de onderzijde van in het bijzonder de onderste bladeren van de aardappelplant effectief met DDT te bespuiten. Het is juist op deze onderste bladeren dat zich de kolonies van *Myzus persicae* gedurende de eerste tijd ontwikkelen (TAYLOR, 1955).

Omstreeks 1948 kwam een organische fosforverbinding (E 605) ter beschikking met een zeer goede aphicide werking. Een nieuw aspect daarbij was de z.g. dieptewerking, d.w.z.: het middel wordt in het bespoten blad opgenomen en is in staat bij bespuiting van de bovenzijde bladluizen aan de onderzijde van het blad en dus ook binnen in omgekrulde bladeren te doden zonder dat de luizen direct door het middel geraakt worden. Daarmede was een oud idee, dat naar SPINDLER (1955) mededeelt, reeds door LEONARDO DA VINCI werd geopperd ontwikkeld tot bruikbare toepassing.

Voor de verbetering van de aardappelpootgoedteelt bood E 605 nieuwe mogelijkheden (UNTERSTENHÖFER, 1948; VAN DER WOLF, 1949). De eerste proeven die ten doel hadden de overdracht van aardappelvirussen met behulp van E 605 tegen te gaan werden uitgevoerd door BRANDT (1949). Na E 605 is een hele reeks organische fosforverbindingen verschenen die in het algemeen een sterk bladluisdodende werking bezitten. Van deze aphiciden stond in Europa aanvankelijk vooral Systox in de belangstelling, mede wegens de duidelijke systemische werking van dit middel. (Er is sprake van systemische werking wanneer een bestrijdingsmiddel door de plant wordt verspreid zodat ook die plantendelen voldoende toxisch worden die bij de bespuiting niet zijn geraakt.) Vele proeven werden daarmede genomen o.a. door HILLE RIS LAMBERS et al. (1953), HEINZE (1954), RÖNNEBECK (1954), SCHEPERS et al. (1954), VAN DER WOLF (1955) en BROADBENT et al. (1956).

In de vele proeven met nicotine-besputtingen op pootgoedgewassen in de periode van 1920-1950 heeft men in feite normale bladluisbestrijding toegepast. Men begon pas de bladluizen te bestrijden als hun aantal gestegen was tot honderduizenden per hectare.

Zodanige bladluisbestrijding kan wel directe zuigschade voorkomen maar heeft weinig of geen invloed op de overbrenging van aardappelvirussen. Wij willen de term „chemische vectorbestrijding” reserveren voor al die bestrijdingsmethoden die in het bijzonder gericht zijn tegen bladluizen als virusoverbrengers. Dit kan b.v. inhouden dat men een aphicide toepast zelfs nog voor een bladluis in het gewas aanwezig is. Vectorbestrijding stelt hogere eisen aan de te gebruiken chemische middelen dan bladluisbestrijding. Vectorbestrijding vraagt:

- a. een snelle doding van de bladluizen, dus een hoge initiële toxiciteit van het middel;
- b. zodanige werking van het middel, dat ook bladluizen worden gedood die niet terstond in contact met het middel komen;
- c. een lange werkingsduur van het middel waardoor het gewas voldoende toxisch blijft om ook later arriverende bladluizen snel te doden;

d. bij voorkeur transport van het middel door de bovengrondse delen van de plant, mede omdat dan ook de zich na de bespuiting ontwikkelende delen van de plant voor luizen voldoende toxisch worden; dit transport levert ook het voordeel op van een herverdeling van het middel na bespuitingen.

Aan deze eisen voldoen de in onze proeven gebruikte systemische middelen: Systox en Metasystox in hoge mate. Hetzelfde kan niet gezegd worden van E 605 dat immers geen echte systemische werking bezit: het wordt niet getransporteerd via de vaatsystemen van de planten, ofschoon het wel dieptewerking vertoont. E 605 werd door ons aanvankelijk gebruikt omdat de praktische toepassing van de systemische middelen toen nog niet ver genoeg ontwikkeld was.

Doelstelling van ons onderzoek was door vectorbestrijding met nieuwe aphiden de gebruikelijke fytohygiënische maatregelen aan te vullen om daardoor de problemen voor de Nederlandse pootgoedteler te verminderen. Hoewel de gezondheidstoestand van de Nederlandse pootaardappelen reeds op een hoog peil stond, was er nog een zekere behoefte aan verdere verbetering met name voor de hoogste klassen van het uitgangsmateriaal. Bovendien wijzen wij erop dat de goede gezondheidstoestand slechts bereikt wordt ten koste van grote offers bij de opbrengst van de gewassen als gevolg van toepassing van vroeg rooien of vroege loofvernietiging. Kan men via de weg van vectorbestrijding de datum van vroeg rooien of looftrekken met behoud van de goede gezondheidstoestand enige weken uitstellen dan zal dit veelal een veel hogere knolopbrengst opleveren. Dit laatste zou uiteraard van grote invloed zijn op de kostprijs van het product.

Ten aanzien van de toepassingsmethodiek van de vectorbestrijding werd de vervulling van de volgende voorwaarden als noodzakelijk verondersteld:

- a. het gewas zal vrij van bladluizen moeten worden gehouden door bespuitingen vanaf de opkomst van de planten tot tenminste het moment waarop de secundair bladrolzieke planten verwijderd zijn;
- b. het gewas zal zich vroeg en gelijkmatig moeten kunnen ontwikkelen zodat het op het moment dat (gemiddeld genomen) de zomervluchten van de perzikbladluis beginnen, een zodanige ouderdom heeft bereikt dat het minder, misschien zelfs weinig vatbaar is geworden voor nieuwe infecties (ouderdoms-resistentie, BEEMSTER, 1958^b). De omvang van het gevaar van de zomervluchten kan men peilen door die dagelijks te observeren met behulp van de gele luizenvangbakken.

Teneinde het mogelijk te maken de te ontwikkelen methode snel over te dragen op de praktijk van de Nederlandse pootgoedteelt werden de gewassen in de vectorbestrijdingsproeven zo veel mogelijk geteeld op dezelfde wijze als op de landbouwbedrijven gebruikelijk was. Daardoor verschillen onze in de volgende hoofdstukken te bespreken veldproeven belangrijk met die van HILLE RIS LAMBERS et al. (1953) en SCHEPERS et al. (1954), die een fundamenteeler karakter dragen. Achteraf is gebleken dat dit karaktersverschil geen beletsel was voor het opdoen van dezelfde ervaringen, noch voor het trekken van overeenkomstige conclusies.

1. ENIGE ASPECTEN VAN HET BLADROLVIRUS EN ZIJN VECTOR DE PERZIKBLADLUIS (*Myzus persicae* SULZ.)

1. 1. INLEIDING

Gedurende vele jaren hebben onderzoekers zich beziggehouden met de bladrolziekte van de aardappel. Talrijke facetten van het probleem zijn daardoor belicht, al reesteren er nog vele vragen. De literatuur over de bladrolziekte is zeer omvangrijk en het ligt geenszins in de bedoeling daarvan een overzicht te geven. Slechts zal getracht worden die aspecten van het bladrolvirus en zijn vector, de perzikbladluis, te bespreken die voor de vectorbestrijding in de pootaardappelteelt van directe betekenis zijn.

1. 2. DE AARD VAN DE BLADROLZIEKTE EN HAAR SMETSTOFBRONNEN

De bladrolziekte komt overal ter wereld in alle belangrijke aardappelgebieden voor. Onderzoekingen van OORTWIJN BOTJES (1919) in de jaren 1914-'18 toonden o.m. aan, dat de ziekte van plant tot plant overgaat terwijl enkele verschijnselen wezen op overdracht door insecten. Onmiddellijk daarna verkreeg OORTWIJN BOTJES (1920) de bewijzen dat bladluizen de bladrolziekte overbrengen, waarbij hij aantekent dat *Myzus persicae* in Nederland op aardappelen de voornaamste bladluis is. De belangrijke rol van de perzikbladluis is later door velen bevestigd. Deze bladluis treedt volgens HILLE RIS LAMBERS (mondelinge mededeling) vrijwel overal ter wereld op waar plantengroei voorkomt. OORTWIJN BOTJES (1919; 1920) wees op de noodzaak van isolering van gezonde aardappelstammen, nadat hij het gevaar had aangetoond dat voortvlucht uit de nabijheid van secundair zieke planten.

Dat een virus de oorzaak zou zijn van de bladrolziekte werd in Duitsland lange tijd betwijfeld. Men schreef daar de ziekteverschijnselen toe aan degeneratie, die beïnvloed werd door standplaatsfactoren (ökologische Abbau; SORAUER, 1913; MORSTATT, 1925). RÖNNEBECK (1953^a) nam in Duitsland proeven met vectorbestrijding. Hieruit kan worden geconcludeerd:

- a. ondanks meerjarige nateelt van pootgoed in een ongunstig vermeerderingsgebied (degeneratiegebied; Abbaulage) zijn geen negatieve standplaatsinvloeden aantoonbaar; integendeel:
- b. de nateelt van dit pootgoed geeft zelfs hogere opbrengsten dan hoogwaardig pootgoed uit gebieden waar virusziekten veel minder optreden, mits de gezondheidstoestand van het nageteelde pootgoed op een vergelijkbaar peil wordt gehouden door vectorbestrijding.

Hoewel de oude degeneratietheorie inmiddels door velen was verlaten (BERKNER, 1939; OPITZ, 1946), sprak EICHINGER (1949) nog de mening uit dat de

aardappelplant in droge, hete zomers als die van 1947 „droogtevormen” doet ontstaan, waarbij hij de sterke verbreiding van bladrolvirus in deze bladluisrijke zomer over het hoofd ziet. De laatste restanten van de zolang verdedigde degeneratietheorie leven heden ten dage nog voort.

Naast het algemeen bekende feit dat bladrolzieke aardappelplanten als smetstofbronnen fungeren en perzikbladluizen de rol van vector spelen, is ook bekend dat in het wild voorkomende planten bronnen kunnen zijn van bladrolvirus. DYKSTRA (1933) verrichtte onderzoeken over de overbrenging van bladrolvirus van de aardappel via de waardplanten *Solanum dulcamara* L. en *Datura stramonium* L. waarvan de eerste o.a. in Nederland algemeen tot vrij algemeen voorkomt. Daarnaast werkte hij met *Solanum villosum* LAM. (= *Sol. luteum* MILL.) en *Datura tatula* L., een variëteit van *Datura stramonium* L.. Uit de door DYKSTRA verkregen resultaten mag de conclusie worden getrokken dat in het wild levende planten een bron van bladrolvirus kunnen zijn. Bijzondere aandacht daarbij verdient *Solanum dulcamara* L., waarvan DYKSTRA bewezen heeft dat bladrolvirus zich daarin handhaaft als het virus door middel van bladluizen in de kiemplant is gebracht. DYKSTRA heeft daarbij aangenomen dat met bladrolvirus besmette planten zaad zouden leveren waaruit jonge planten virusvrij opgroeiden.

Volgens DE MEESTER-MANGER CATS (1956^a) zou bij *Solanum dulcamara* L. bladrolvirus met het zaad overgaan. Uit ditzelfde onderzoek zou zijn gebleken dat alle 25 door haar in verschillende streken van Nederland verzamelde *Solanum dulcamara*-planten bladrolvirus bevatten zonder dat één dezer planten symptomen vertoonde. Men dient evenwel te bedenken dat het totale aantal in Nederland aanwezige bitterzoetplanten van minimale betekenis is vergeleken bij het aantal bladrolzieke aardappelplanten, dat in Nederland in de grootte-orde ligt van 500 miljoen.

SALAMAN & WORTLEY (1939) meldden erin geslaagd te zijn bladrolvirus van aardappel over te brengen in *Brassica oleracea* var. *gemmifera* D.C. en van daaruit door middel van *Myzus persicae* weer in aardappel. *Brassica oleracea* var. *gemmifera* vertoonde geen symptomen maar de van daar uit geïnfecteerde aardappelplant wel. HELSON & NORRIS (1943) slaagden er niet in de overdracht via *Cruciferae* te bevestigen. De hier besproken onderzoeken tonen aan dat behalve aardappel bepaalde cultuurgewassen en sommige in het wild levende planten als mogelijke bronnen van bladrolvirus niet over het hoofd gezien mogen worden. Een meer systematisch onderzoek over dit probleem is zeer gewenst niet alleen met betrekking tot bladrolvirus maar evenzeer voor andere aardappelvirussen.

1. 3. DE LEVENSCYCLUS EN HET GEDRAG VAN DE PERZIKBLADLUIS (*Myzus persicae* SULZ.)

De perzikbladluis overwintert als ei op de perzikboom (*Prunus persicae* STOKES). GERSDORF (1955) vond geen duidelijk verband tussen het voorkomen van perzikbomen en de verbreiding van bepaalde virussen, waaronder bladrolvirus. Er zijn dan ook andere winterwaardplanten in het spel waarop de perzikbladluis

als ei overwintert, n.l. *Prunus serotina* EHRHART en *Prunus nana* STOKES (HILLE RIS LAMBERS, 1951^b; GERSDORF, 1955). Ook *Prunus nigra* AIT. wordt genoemd als winterwaardplant (GORHAM, 1942; REESTMAN et al., 1950). In de Amerikaanse staat Maine en in Canada speelt *Prunus nigra* AIT. als winterwaardplant een zeer belangrijke rol (SIMPSON & SHANDS, 1949; HILLE RIS LAMBERS, 1955^a; SHANDS et al., 1956). In Nederland komt *Prunus nigra* AIT. niet voor.

Overwintering als levende luis komt volgens ELZE (1927) voor op winterkoolzaad (*Brassica napus* var. *biennis* THELL.) wat door ons in zachte winters eveneens enkele malen werd vastgesteld. DAVIES (1934) maakt melding van overwintering op *Brassica oleracea*-variëteiten in het bijzonder op savooiekool (*Brassica oleracea* var. *Sabauda* L.). Volgens DAVIES & WHITEHEAD (1935) gaat bij een dergelijke overwintering de reproductie langzaam door, zodat de in het voorjaar aanwezige exemplaren nakomelingen zijn van die, welke in de herfst begonnen te overwinteren. DONCASTER & GREGORY (1948) en FIDLER (1949) wijzen ook op overwintering van perzikbladluizen in *Cruciferae*-gewassen in zachte winters. RÖNNEBECK (1952) constateerde in Duitsland overwintering op grote schaal in een zaadgewas savooiekool. GERSDORF (1949) evenwel vond bij onderzoek van een groot aantal bladeren van savooiekool na afloop van de zachte winter 1948-'49 daarop geen enkele perzikbladluis. Het vaststellen van overwintering van levende bladluizen in het vrije veld is niet eenvoudig. Het aantreffen in februari, na een vorstperiode, van nog levende bladluizen betekent nog niet dat de overwintering succes zal hebben. De reproductie van deze luizen staat wegens de lage temperatuur veelal stil en wellicht mede ten gevolge van hun hoge leeftijd sterven de kolonies tenslotte toch vaak uit door schimmelaantasting. Op de mogelijkheid van overwintering van levende perzikbladluizen in bietezaadgewassen te velde in Engeland wordt gewezen door DONCASTER & GREGORY (1948). Ook HEIE (1954) vond in Denemarken levende perzikbladluizen op bieteplanten maar niet later dan in februari.

Levende perzikbladluizen kunnen verder o.a. nog overblijven in kassen, bienkenkuilen (BROADBENT et al., 1949; HEIE, 1954) en in andere bewaarplaatsen van vegetatieve planten of plantendelen. DAVIES (1932) houdt ernstig rekening met de mogelijkheid van overwintering als levende luis op in het wild groeiende planten, terwijl hij tevens constateerde dat op gesproten aardappelknollen in een bewaarplaats levende perzikbladluizen aanwezig waren. KILPATRICK (1953) maakt daarvan eveneens melding en ook wij vonden eenmaal levende perzikbladluizen op gesproten aardappelknollen. HEINZE (1939 en 1948) is van oordeel dat perzikbladluizen in de winter te gronde gaan bij temperaturen beneden -8° tot -10° C. BONNEMAISON (1951) vond dat zij temperaturen van -15° C overleefden. Ervaringen in Nederlandse koelhuizen opgedaan wijzen echter op het uitsterven van perzikbladluis kolonies bij een temperatuur van $+2^{\circ}$ C als de luizen daaraan langdurig zijn blootgesteld. Waarschijnlijk vindt bij die temperatuur geen reproductie meer plaats.

De overwintering van perzikbladluizen op *Brassica*-gewassen kan resulteren in het ontstaan van grote aantallen gevleugelde luizen vroeg in het voorjaar. Zo

toonde RÖNNEBECK (1952) aan dat in een bepaald geval een zaadgewas savooiekool met een oppervlakte van $\pm \frac{1}{4}$ ha ongeveer 800.000 gevleugelde perzikbladluizen voortbracht. Dergelijke gevleugelden gedragen zich op dezelfde wijze als die welke afkomstig zijn van *Prunus persicae* STOKES, *Prunus serotina* EHRHART en dergelijke.

DAVIES & WHITEHEAD (1935) vonden reeds vroeg in het voorjaar gevleugelden die zich daar ter plaatse hadden ontwikkeld op enkele onkruiden o.a. *Sinapis arvensis* L. en *Capsella bursa pastoris* MED..

HILLE RIS LAMBERS heeft gebruik gemaakt van het reeds door GILLETTE & TAYLOR (1908) opgemerkte morfologische verschil tussen gevleugelden afkomstig van voorjaarskolonies op perzik en gevleugelden die op zomerwaardplanten uit daar overwinterde bladluizen zijn geboren. Langs deze weg kwam hij tot de conclusie dat de eerst aankomende gevleugelde perzikbladluizen op aardappel voor tenminste 90% afkomstig zijn van perzikbomen en/of *Prunus serotina* EHRHART (HILLE RIS LAMBERS, 1951^b).

Uit overwinterde eieren ontwikkelen zich ongeveugelde vrouwelijke luizen, fundatrices, die zonder bevruchting levende jongen ter wereld brengen, die wel worden aangeduid als fundatrigeniën. Deze zijn zelf na korte tijd weer in staat tot het voortbrengen van jongen. Het ontwikkelingstempo van de luizen wordt in hoge mate bepaald door het temperatuurverloop.

RÖNNEBECK (1952) is van oordeel, dat de fundatrices in voor de pootgoedteelt gunstige gebieden minder talrijk zijn dan in ongunstige gebieden en dat bovendien hun nakomelingschap daar minder groot is en trager opgroeit.

MÜLLER et al. (1959) gaan er ook van uit dat bladluizen in gunstige en ongunstige gebieden in verschillende mate gevaar opleveren voor de overdracht van aardappelvirusziekten, maar zijn van oordeel dat dit gevaar niet alleen moet worden afgemeten naar maatstaven van populatiedichtheid, doch dat vooral gelet moet worden op de activiteit van de bladluizen, die in hoge mate afhangt van (micro)klimatologische omstandigheden.

Op de winterwaardplant ontstaan in de derde generatie en soms al in de tweede (RÖNNEBECK, 1953^b) gevleugelden, die gewoonlijk worden aangeduid als voorjaarsmigranten. Zij vliegen o.a. naar aardappelvelden. RÖNNEBECK (1952) is van oordeel, dat de omvang van deze migrantenvuchten grotendeels bepalend is voor de bladluisbesmetting van de gewassen. ELZE (1927) ziet in de voorjaarsmigranten een groot gevaar voor de verbreiding van virusziekten bij aardappel. Ook DAVIES (1934) geeft te kennen dat deze gevleugelde luizen veel kwaad stichten bij de overbrenging van virusziekten. Nog scherper wordt dit gesteld door DAVIES & WHITEHEAD (1935). Dit oordeel wordt o.a. door MÜNSTER (1948), DONCASTER & GREGORY (1948) en SIMPSON & SHANDS (1949) onderschreven. Naar onze mening zijn althans onder Nederlandse en daarmee overeenkomstige omstandigheden de voorjaarsmigranten van groot belang voor de virusverbreiding met name voor de eerste golf daarvan (VAN DER WOLF, 1955). In Nederland worden jaarlijks uitgebreide waarnemingen verricht teneinde de omvang van de voorjaarsmigratie te bepalen (HILLE RIS LAMBERS, 1955^a).

Bij hun vertrek van de winterwaardplanten zijn de migranten virusvrij (DAVIES, 1932; BROADBENT et al. 1950). In de aardappelvelden waarin zij terecht komen vinden zij echter virusbronnen in de vorm van secundair zieke planten, waaruit zij smetstof opnemen. Zij vliegen van de ene plant naar de andere (ELZE, 1927) en brengen daarbij virus over. DAVIES & WHITEHEAD (1935) hebben bepaald welk percentage van deze gevleugelde luizen in Wales besmet raakt met bladrolvirus. Dit bleek te liggen in de grootte-orde van 1%. Het is duidelijk dat dit percentage mede afhankelijk zal zijn van de gezondheidstoestand van de aardappelgewassen. Er is echter een ander facet. De gestichte kolonies zijn klein maar talrijk omdat de voorjaarsmigranten hun larven-voorraad verdelen zodat per plant één of enkele, zelden meer dan vijf jonge luizen worden afgezet (ELZE, 1927; DAVIES, 1932; DAVIS & LANDIS, 1951; MACGILLIVRAY & ANDERSON, 1958). Deze kleine maar zich vaak snel uitbreidende kolonies zijn voor de verdere verbreiding van bladrolvirus bij de selectie in de gewassen van primair belang (LOUGHNANE, 1941; BALD & NORRIS, 1943; VAN DER WOLF, 1955). Het tijdstip waarop de migranten vliegen hangt in hoge mate af van de weersomstandigheden. Daarbij kunnen zich soms op zeer korte afstand grote verschillen voordoen, veroorzaakt door vele factoren die het microklimaat bepalen (DAVIES, 1932; MEIER, 1958; MÜLLER et al., 1959).

Voor de plaats waar onze proeven werden genomen, n.l. in Zuid-West-Nederland, kan gemiddeld gesteld worden dat het eerste optreden van de voorjaarsmigranten op aardappel in de eerste helft van mei valt. RÖNNEBECK (1955) geeft als vrij algemeen bruikbare maatstaf voor het begin van de voorjaarsvluchten van de perzikbladluis het tijdstip van het in de aar komen van de winterrogge (*Secale cereale* L.).

DAVIES (1935) kwam tot de conclusie dat lage temperaturen en hoge relatieve luchtvochtigheden de vliegneiging van de gevleugelden remmen. Hij verklaarde de door hem geconstateerde vlieglust bij oostenwind in Wales uit de daarbij optredende lagere relatieve luchtvochtigheid. Later stelde DAVIES (1939) vast dat belangrijke bladluisvluchten in Wales plaats vinden onder de volgende voorwaarden: een temperatuur van ten minste 18° C, een windsnelheid van ten hoogste 8 km/uur en een relatieve luchtvochtigheid van minder dan 75%. Nader onderzoek over de voorwaarden van bladluisvlucht is o.m. verricht door BROADBENT (1949), HAINE (1954, 1955^a, 1955^b), BRUCE JOHNSON (1955), C. G. JOHNSON (1954, 1955), MÜLLER & UNGER (1952) en UNGER & MÜLLER (1953). GERSDORF (1955) neemt aan, dat voorjaarsmigranten zich bij gunstige weersomstandigheden over grote afstanden kunnen verplaatsen want hij verdenkt het Rijnland ervan bron te zijn van perzikbladluizen voor de pootaardappelgebieden van Noord-Duitsland.

De voorjaarsvluchten van de perzikbladluis strekken zich dikwijls uit over enige weken. Tussen de onderscheidene jaren bestaan meermalen grote verschillen in tijdstip, sterkte en duur van het optreden van de voorjaarsmigranten, die op de winterwaardplaatsen ontstaan.

BALD et al. (1946) hebben geen voorkeur van gevleugelde bladluizen kunnen

constateren voor viruszieke aardappelplanten, vergeleken met gezonde exemplaren, maar ARENZ (1951) meent die wel te hebben waargenomen.

De door migranten gestichte kolonies kunnen zich als de omstandigheden gunstig zijn snel uitbreiden. In bladluisrijke jaren zoals 1959 is tenslotte een aantal van enige duizenden perzikbladluizen per plant geen zeldzaamheid. De ontwikkeling van de bladluispopulatie wordt voor een groot deel bepaald door de aanwezigheid van natuurlijke vijanden en door het weersverloop, voor zoverre althans de mens niet ingrijpt.

De kolonies bestaan aanvankelijk uit ongeveugelde luizen. Deze kunnen van de ene plant naar de andere trekken en daarbij bladrolvirus overbrengen. Na verloop van tijd ontstaan weer geveugelde luizen: zomermigranten. Volgens RÖNNEBECK (1955) ontstaan deze na twee generaties ongeveugelden, gerekend vanaf de voorjaarsmigranten. Dit zou zijn 4 à 5 weken na het optreden van deze laatste. Het eerste optreden van de zomermigranten is echter niet gebonden aan een bepaald generatienummer doch hangt af van voedselschaarste al dan niet veroorzaakt door de bevolkingsdichtheid (BONNEMAISON, 1951). In de hierna besproken veldproeven werd geconstateerd dat de zomervlucht meestal ± 6 weken na het begin van de voorjaarsvlucht merkbaar werd.

Ook de zomermigranten van de perzikbladluizen kunnen zich over grote afstanden verplaatsen waarbij wind en thermiek een belangrijke rol spelen (DAVIES, 1932; ZIEGLER, 1952; C. G. JOHNSON, 1954, 1955). Volgens DAVIES (1934, 1935) vinden ook de grote zomervluchten van de perzikbladluizen vooral plaats bij lage windsnelheid, lage relatieve luchtvochtigheid en hoge temperatuur, terwijl ook een hoge lichtintensiteit stimulerend werkt. Nader onderzoek hierover, o.m. verricht door BROADBENT (1949), HAINE (1954, 1955^a, 1955^b), BRUCE JOHNSON (1955), C. G. JOHNSON (1954, 1955), MÜLLER & UNGER (1952) en UNGER & MÜLLER (1953) leidde tot enigszins andere conclusies. Zo bleek b.v. de aanwezigheid van vocht op de bladeren ten gevolge van dauw of neerslag van groter invloed op de vliegneiging dan de relatieve luchtvochtigheid.

Bij het kiezen van hun waardplant laten de luizen zich niet leiden door geurstoffen (HEINZE, 1949), doch wel door de kleur van de plant en de lichtintensiteit (MOERICKE, 1950, 1955).

MOERICKE (1941) onderscheidt twee soorten bladluisvluchten:

- a. zwermvluchten over grote afstanden;
- b. vestigingsvluchten van plant tot plant.

BRUCE JOHNSON (1955) trekt deze scheiding niet zo scherp.

De zwermvluchten in de zomer zijn oorzaak van verspreiding van bladrolvirus over grote afstanden (BROADBENT, 1950; DAVIS & LANDIS, 1951; HILLE RIS LAMBERS, 1951^a), omdat de zomermigranten in tegenstelling tot de voorjaarsmigranten in zekere mate besmet kunnen zijn met bladrolvirus, n.l. voor zover ze volwassen werden op een bladrolzieke plant.

Bij de vestigingsvluchten kunnen aanvankelijk virusvrije zomermigranten, op dezelfde wijze als de voorjaarsmigranten eerder in het seizoen, in omvangrijke

mate bladrolvirus van plant op plant overbrengen, op welke mogelijkheid DAVIES & WHITEHEAD (1938) reeds hebben gewezen.

Met de huidige bestrijdingsmiddelen is niet te verhinderen dat een bladluis die van elders komt en in staat is bladrolvirus af te geven, althans de eerste plant waarop zij landt met virus besmet. De insecticiden werken te traag gelet op de korte infectiezuigtijd (zie later). Wel zullen verdere infecties tijdens de vestigingsvluchten — al naar gelang het dier met virus besmet arriveerde dan wel zich in het veld besmette — kunnen worden verminderd of verhinderd door vectorbestrijding (HILLE RIS LAMBERS et al., 1953).

In de nazomer en herfst vliegen vivipare perzikbladluizen naar de winterwaardplanten waar zij het leven schenken aan ongevleugelde ovipare exemplaren. Inmiddels ontstaan op de zomerwaardplanten ook gevleugelde mannelijke luizen die zich naar de winterwaardplanten begeven. Na paring en bevruchting worden op de winterwaardplanten eieren afgezet op takken en vaak in de oksels van knoppen, waarmede de cyclus gesloten is.

Volgens HILLE RIS LAMBERS (mondelinge mededeling) worden door de gevleugelden die in de nazomer en herfst naar de winterwaardplanten vliegen in de dan nog groeiende aardappelgewassen vrijwel geen virusziekten meer overgebracht.

1. 4. DE OPNAME EN OVERDRACHT VAN BLADROLVIRUS DOOR DE VECTOR

Bij het overbrengen van virus door een vector kan men drie perioden onderscheiden:

- a. de opnamezuigtijd;
- b. de circulatietijd;
- c. de infectiezuigtijd.

Onder de opnamezuigtijd verstaat men de tijd gedurende welke de niet besmette luis op een zieke plant moet zuigen om zo veel virus op te nemen, dat overbrenging kan geschieden.

Voor bladrol heeft SMITH (1931) een opnamezuigtijd bepaald van tenminste 6 uur. KASSANIS (1952) vond hiervoor tenminste 2 uur; WEBB et al. (1952) concludeerden tot tenminste 6 uur. LOUGHNANE (1943) wierp echter een geheel ander licht op deze zaak toen hij erin slaagde met perzikbladluis bladrol over te brengen van aardappel op aardappel met een opnamezuigtijd van 5 minuten (nadat de luizen gedurende 4 uur hadden gevestigd) en een infectiezuigtijd van 5 dagen. Zeven van de 10 gebruikte planten bleken aldus met bladrolvirus geïnfecteerd te zijn geraakt.

DE MEESTER-MANGER CATS (1956^b) constateerde in overeenstemming met KLOSTERMEYER (1953) dat perzikbladluizen na een opnamezuigtijd van 15 minuten bladrolvirus van een zieke op een gezonde *Physalis floridana*-plant konden overbrengen. STEGWEE (1961) vond in proeven met *Myzus persicae* op *Physalis floridana* RYDB. een minimum opnamezuigtijd van 10 minuten. Het gelukte DE MEESTER-MANGER CATS ook met perzikbladluizen na een korte opnamezuigtijd bladrol van aardappel op *Physalis floridana* RYDB. over te brengen.

Het overbrengen van bladrolvirus na een korte opnamezuigtijd van aardappel naar aardappel gelukte KASSANIS (1952) niet. Uit onderzoekingen van WILLIAMS & ROSS (1957) is komen vast te staan dat *Physalis floridana* RYDB. veel gemakkelijker dan aardappel met bladrolvirus besmet raakt.

KASSANIS (1952) en BAWDEN (1956) wijzen er op dat de perzikbladluis uit jonge of kort geleden geïnfecteerde aardappelplanten veel gemakkelijker bladrolvirus opneemt dan uit oude bladrolzieke planten. KASSANIS zoekt de verklaring daarvan in de virusconcentratie in de plant, die tot een bepaald moment zou stijgen en daarna zou afnemen.

De tweede periode, in het proces van opname en overdracht van bladrolvirus door de vector, is de circulatietijd. Daaronder wordt verstaan de tijd die moet verlopen na de virusopname alvorens de vector in staat is een gezonde plant met virus te infecteren.

De circulatietijd wordt ook aangeduid met de term „incubatietijd”. Wij geven de voorkeur aan „circulatietijd” omdat de term „incubatietijd” gemeenlijk wordt gebruikt om de tijdsduur aan te duiden, die verloopt tussen het ogenblik dat een organisme besmet raakt met een pathogeen en het ogenblik dat de ziektesymptomen te voorschijn komen.

Het bestaan van een circulatietijd is voor het eerst aangetoond door ELZE (1927) en deze werd door hem bepaald op 24-48 uur. SMITH (1931) constateerde een circulatietijd van 46-48 uur en KASSANIS (1952) vond 48 uur. WEBB et al. (1952) bepaalden de circulatietijd op 28-30 uur. Deze waarnemingen vertonen een grote mate van overeenstemming, doch KLOSTERMEYER (1953) wierp een nieuw licht op deze kwestie door enige malen bladrolvirus met perzikbladluis over te brengen van *Physalis angulata* en aardappel op *Physalis angulata* binnen een tijdsverloop van 20 minuten. Dit zou ook gelukt zijn aan DE MEESTER-MANGER CATS (1956^b) die bladrolvirus overbracht van *Physalis floridana* en aardappel op *Physalis floridana*. Zij vermeldt 60-74% geslaagde infecties met gebruikmaking van een opnamezuigtijd en een infectiezuigtijd van ieder slechts 15 minuten.

DAY (1955) deed in dit verband talrijke pogingen om bladrolvirus zonder circulatietijd over te brengen met opnamezuigtijden en infectiezuigtijden van 5 minuten, die echter alle mislukten. In andere proeven, waarin deze tijden varieerden van 10-120 minuten boekte hij evenmin succes. Eén enkele maal gelukte hem overbrenging met een opname- en een infectiezuigtijd van respectievelijk 3 uur en 4 uur.

Vermeldenswaardig in dit verband is nog het werk van STEGWEE & PONSEN (1958), die bij perzikbladluis na 6 uur zuigen op een bladrolzieke *Physalis floridana*-plant een circulatietijd vonden van ± 20 uur. Zij stelden verder een verband vast tussen de duur van de circulatietijd en de hoeveelheid door injectie in een luis aangebracht virus. STEGWEE (1961) vond later in zijn proeven een circulatietijd van tenminste 16-24 uur. Hij stelde echter ook vast dat perzikbladluizen niet infectief werden wanneer zij voortdurend verbleven bij 35° C. Dat was wél het geval bij temperaturen van ten hoogste 30° C.

Of overbrenging zonder circulatietijd ook te velde in de praktische pootgoedteelt voorkomt is nog onbekend.

Toen het bestaan van een circulatietijd was aangetoond lag de veronderstelling voor de hand dat het virus in de vector gedurende die tijd veranderd of vermeerderd werd. Vermeerdering van virus in *Cicadellidae* was reeds eerder aangetoond (MARAMOROSCH, 1952^{a, b}; 1953; 1954; 1955; 1956^{a, b}; 1958). Voor zover wij konden nagaan was DAY (1955) de eerste die een bewijs verkreeg voor het bestaan van virusvermeerdering in bladluizen, doch hij achtte dit niet geheel en al overtuigend. HEINZE (1955) leverde het bewijs dat virusoverdracht van luis tot luis door middel van injectie mogelijk was. STEGWEE & PONSEN (1958) bewezen met behulp van de injectiemethode de vermeerdering van bladrolvirus in de perzikbladluis. De overbrenging van virus in niet besmette luizen bleek mogelijk door middel van „sap” verkregen uit verbrijzelde met bladrolvirus besmette luizen en ook door middel van haemolymfe gezogen uit met bladrolvirus besmette luizen. Na 15 achtereenvolgende haemolymfe-passages van luis tot luis, terwijl de luizen geen virus hadden kunnen opnemen door zuigen op bladrolzieke planten, bleken de luizen nog besmet te zijn geworden met bladrolvirus. Indien de overdracht van bladluis tot bladluis slechts plaats gehad zou hebben door verdunning van het virus zou deze na de 15de passage 10^{-21} hebben bedragen. Aangezien een bladluis niet infectief werd als zij werd geïnjectieerd met haemolymfe van een infectieve luis wanneer deze tot een concentratie kleiner dan 10^{-4} werd verdund, besluiten STEGWEE & PONSEN tot het bestaan van virusvermeerdering in de perzikbladluis.

De pathogene veranderingen die bladrolvirus in aardappelplanten veroorzaakt, zijn reeds lang bekend en uitvoerig onderzocht. Daarentegen is de vraag of bladrolvirus invloed uitoefent op zijn vector nog grotendeels onbeantwoord. EHRHARDT (1960) vond echter dat gedurende de circulatietijd het zuurstofverbruik van met bladrolvirus besmette perzikbladluizen geleidelijk daalt tot ongeveer 70% van het normale om vervolgens op dit lagere niveau vrijwel constant te blijven.

De derde periode in het proces van opname en overdracht van bladrolvirus door de vector is de infectiezuigtijd. Daaronder verstaan wij de tijd gedurende welke de infectieve luis op de gezonde plant moet zuigen om virus daarop over te brengen. Volgens SMITH (1931) bedraagt de infectiezuigtijd bij de overbrenging van bladrolvirus door perzikbladluizen minimaal 2 uur, welke tijd men ook vindt bij WEBB et al. (1952) en MACCARTHY (1954). KASSANIS (1952) geeft eveneens 2 uur aan, maar deelt verder mede dat hij er in geslaagd is bladrolvirus over te brengen met perzikbladluizen binnen 15 minuten na een opnamezuigtijd van vele dagen. Dit gelukte echter slechts met een gering percentage luizen. Volgens deze auteur is dus de infectiezuigtijd in zekere mate afhankelijk van de opnamezuigtijd. Zoals reeds eerder werd vermeld berichtte DE MEESTER-MANGER CATS (1956^b) dat zij bladrolvirus had overgebracht met een infectiezuigtijd van 15 minuten in 60-74% van de gevallen.

Samenvattend blijkt dat de virusvrij geboren perzikbladluizen (ELZE, 1927), na enige tijd zuigen op een bladrolzieke plant besmet raken, dan gedurende een

periode van 1-2 dagen wel virus bevatten maar dit niet kunnen afgeven en daarna in staat zijn gezonde planten met virus te infecteren. Volgens ELZE (1927) blijft een eens met bladrolvirus besmette perzikbladluise hoogstwaarschijnlijk levenslang besmet met dit virus, hetgeen onderschreven wordt door SMITH (1929). Ook MACCARTHY (1954) en DAY (1955) zijn van mening dat een met bladrolvirus besmette perzikbladluise vele dagen, waarschijnlijk zelfs levenslang infectief blijft.

Verscheidene onderzoekers hebben zich in de loop van de tijd bezig gehouden met de vraag onder welke omstandigheden een aardappelplant door tussenkomst van een vector met bladrolvirus wordt geïnfecteerd.

Vele gegevens over dit onderwerp werden reeds verstrekt door ELZE (1927). Hij vond dat nu eens een zeer gering aantal luizen de infectie tot stand bracht dan weer relatief veel luizen geen infectie te weeg konden brengen. Tevens constateerde hij dat aardappelrassen verschillen in vatbaarheid en verder dat kunstmatige infecties moeilijker slaagden naarmate de ouderdom van de planten toenam. Verschillende factoren spelen voorts een rol waarvan wij eerst willen noemen: verschillen in infectievermogen van de luizen. SMITH (1929) deelt mede dat hij pas 100% infectie kreeg in zijn proeven wanneer hij 18 infectieve luizen per plant gebruikte. WEBB et al. (1952) constateerden in proeven met *Physalis floridana* L. dat lang niet alle infecties slaagden. De infecties slaagden pas volledig wanneer zij 10 infectieve luizen per plant gebruikten. Dergelijke verschillen werden begrijpelijker na het werk van BJÖRLING & OSSIANNILSSON (1958), die vonden dat binnen de soort *Myzus persicae* klonen voorkomen met een constant verschil in het vermogen tot overbrengen van virus. DAY (1955) had reeds zwakke aanwijzingen gevonden voor het bestaan van klonale verschillen, maar was er bij voortgezette onderzoeken niet in geslaagd hiervoor een overtuigend bewijs te leveren. In twee gevallen gelukte het BJÖRLING & OSSIANNILSSON een F₁-generatie te verkrijgen van twee klonen. Een vergelijking aangaande het vermogen tot virusoverbrenging tussen de F₁- en de oudergeneratie maakt het zeer aannemelijk dat de verschillen tussen de klonen in dit opzicht erfelijk bepaald zijn.

STEGWEE & PONSEN (1958) vonden grote variaties in het infectievermogen van met bladrolvirus besmette luizen. Het percentage infecties bij gebruikmaking van slechts 1 luis per te infecteren plant, varieerde van 10-70%; bij 30° C vonden zij iets grotere variaties dan bij 25° C. Wellicht hebben hierbij klonale verschillen enige rol gespeeld, terwijl misschien ook het temperatuurverloop tijdens de proeven invloed heeft gehad.

WEBB (1956) heeft vastgesteld dat er bij hogere temperaturen meer infectie met bladrolvirus tot stand komt dan bij lagere. Hij constateerde zelfs belangrijke verschillen tussen 22° C en 27° C voor wat betreft het percentage geslaagde infecties. Volgens WEBB vinden bij hogere temperaturen meer infectiepogingen plaats en bezit de aardappelplant bovendien een geringer weerstandsvermogen, zodat de infecties gemakkelijker slagen. STEGWEE (1961) heeft echter vastgesteld dat met bladrolvirus besmette *Myzus persicae* na een vierdaags verblijf bij 35° C nauwelijks meer tot virusoverbrenging in staat waren. Nadat deze luizen twee dagen hadden verbleven bij een temperatuur van 20° C bleken zij weer „normaal” tot

virusoverbrenging in staat. Op de betekenis van de leeftijd van de plant voor het slagen van de infectie is vooral door BEEMSTER (1958^{a, b}; 1961^b) de aandacht gevestigd. KRÜGER (1951) wees op de rol van de bemestingstoestand waarin de plant verkeert. Bij royale N-bemesting slaagt de infectie gemakkelijker, hetgeen in de praktijk van de Nederlandse pootgoedteelt reeds een zeer oude ervaring is.

1. 5. DE VERBREIDING VAN HET BLADROLVIRUS IN DE AARDAPPELPLANT

Over de verspreiding van het bladrolvirus in de aardappelplant is relatief weinig bekend. ELZE (1927) heeft vastgesteld, dat het virus zich op den duur door de gehele plant verspreidt. Uit onderzoekingen van OORTWIJN BOTJES is door ELZE afgeleid dat het virus na ongeveer 4 weken, gerekend vanaf het moment van het infecteren van het blad, de knollen had bereikt. ELZE (1927) vond zelf een infectie-percentages in de knollen van 20% na 10 dagen; van 60% na 14 dagen en van 100% na 20 dagen. Ongetwijfeld hebben milieufactoren invloed op deze tijdsduur, maar volgens ELZE is ook de ouderdom van de plant van betekenis. Veldproeven hieromtrent werden in Canada verricht door BRADLEY & GANONG (1953); de resultaten hiervan tonen redelijke overeenstemming met die van ELZE. BEEMSTER (1958^b) verrichtte een 5-jarig onderzoek over de beweging van bladrolvirus van geïnfecteerde bladeren naar de knollen. Bij jonge planten die werden geïnfecteerd voor de knolvorming was begonnen, bleek het virus in enkele gevallen 7 dagen doch meestal 11 dagen nodig te hebben om de knollen te bereiken. Bij oudere planten verloopt dit proces trager, zoals ook in latere proeven is gebleken (BEEMSTER, 1961^{a, b}). Werden echter bij oudere planten de stengels afgesneden waarna zich op de oude stompen nieuwe scheuten vormden dan bleek bij infectie van deze laatste het virus in 4 à 6 dagen de knollen te bereiken. Dit stemt uitstekend overeen met ervaringen die in de Nederlandse pootgoedteelt werden opgedaan bij toepassing van mechanische loofvernietiging in de gewassen. Na deze behandeling treedt n.l. vaker nieuwe groei op. HILLE RIS LAMBERS (mondelinge mededeling) stelt voor praktische doeleinden de tijd, die bladrolvirus in de rooi-periode nodig heeft om de knollen te bereiken voor gewassen te velde op 10 dagen na de infectie van het blad. Dit stemt goed overeen met onze ervaringen in de praktijk van de Nederlandse pootgoedteelt, die wijzen op een tijdsduur van veelal 10-12 dagen.

Aangezien het totstandkomen van de infectie van de knollen niet snel en zeker niet onmiddellijk kan worden vastgesteld, moest men lange tijd geheel afgaan op symptomen in het loof, die een primaire infectie kunnen verraden. De praktijk leert dat in vele gevallen de knollen geïnfecteerd zijn voordat primaire ziektesymptomen in het loof zichtbaar worden. Na bladluisrijke en droge zomers als in 1947 en 1959 is n.l. gebleken dat in die jaren op grote schaal knolinfecties tot stand kwamen zonder dat daarvan in het loof iets te bespeuren viel. Ook in normale jaren blijkt dikwijls dat de knolinfecties veel omvangrijker zijn dan uit de symptomen in het loof was af te leiden. BEEMSTER (1958^a) heeft voor X-virus aangetoond dat het transport in opwaartse richting gemakkelijk plaats vindt in jonge planten, in oudere echter zeer veel moeilijker of in het geheel niet. Dit lijkt ook

voor wat betreft bladrolvirus aannemelijk en zou een verklaring inhouden voor het laat of niet verschijnen van primaire ziektesymptomen.

In de literatuur zijn slechts relatief weinig gegevens te vinden over de tijd die verloopt tussen de infectie van het blad en het zichtbaar worden van de eerste symptomen in het loof. Volgens MACINTOSH (1925) bedraagt deze tijd gewoonlijk tenminste 25 dagen. MURPHY & MCKAY (1926) stellen deze op ± 4 weken. SMITH (1929, 1931) vond in kasproeven 18 tot 30 dagen en later gemiddeld 14 dagen eveneens bij onderzoeken in kassen. LOUGHNANE (1941) heeft gevonden dat er bij jonge planten 30-40 dagen verlopen na de infectie door *Myzus persicae* alvorens primaire symptomen in het loof zichtbaar worden; bij oudere planten duurde dit 40-60 dagen. Op grond van praktische ervaringen in de Nederlandse pootgoedteelt komen wij tot de conclusie dat het tempo van verschijnen van primaire symptomen in het blad in sterke mate beïnvloed wordt door vele milieufactoren en mede afhangt van de eigenschappen van het desbetreffende aardappelras en de leeftijd van de plant op het moment dat de infectie plaats vindt. Infectie van de aardappelplant in een zeer jong stadium veroorzaakt een vroegtijdig ziektebeeld dat nauwelijks te onderscheiden is van symptomen van secundair bladrol. Warmte bespoedigt het verschijnen der symptomen (WEBB et al., 1952). Te velde kan bij een gelijkmatig groeiend gewas o.i. gerekend worden met een tijdsverloop van 18-28 dagen tussen de infectie van het blad en het verschijnen van de eerste primaire ziektesymptomen. WEBB et al. (1952) hebben vastgesteld dat de mate van reactie van de plant op de primaire infectie met bladrolvirus ook afhangt van verschillende milieufactoren. Hoge lichtintensiteit versterkt de duidelijkheid van de verschijnselen. De bodem en de bemestingstoestand van de planten spelen eveneens een rol. Temperaturen van rond 35° C geven een algehele maskering van de verschijnselen in het loof. Tenslotte dient nog opgemerkt te worden dat de duidelijkheid van de symptomen mede afhangt van de optredende stam van het bladrolvirus. Er zijn immers verscheidene stammen van het virus bekend die verschillen in virulentie.

In de warme zomer van 1959 werd door ons de maskerende invloed van de hoge temperatuur en het gebrek aan water op bepaalde momenten van de dag vele malen waargenomen. In ernstige gevallen worden de symptomen van vrijwel alle virusziekten bij aardappel totaal gemaskeerd door de doffe en zeer donkere blauwgroene kleur van het blad en de sterk verminderde turgor van de plant. Onder maskering wordt verstaan het tijdelijk onzichtbaar zijn van ziektesymptomen in het loof.

1.6. ENIGE ASPECTEN VAN HET TRANSPORT VAN SYSTOX IN DE PLANT EN DE WERKING VAN DIT APHICIDE

Aan de opname en het transport van Systox in hogere planten is een uitvoerige studie gewijd door TIETZ (1954), waaraan wij een aantal gegevens hieronder ontleenen.

Uit een Systoxoplossing wordt het middel uitermate gemakkelijk via de wortel opgenomen zodat op deze wijze een plant kan worden verkregen die in hoge mate

toxisch voor luizen is. In de pootgoedteelt stuit deze toepassingsmogelijkheid van Systox o.i. echter op zeer grote praktische bezwaren.

Bij bespuiting van jonge gewassen met Systox zal veelal een vrij groot deel van de gebruikte hoeveelheid spuitvloeistof op de grond terecht komen. De planten zullen daarvan slechts zeer weinig via de wortel kunnen opnemen tenzij het middel, dat vrij snel verdampt, dank zij een belangrijke hoeveelheid neerslag onmiddellijk na de bespuiting de wortels bereikt.

Via het blad wordt Systox vrij gemakkelijk in de plant opgenomen. Bij jonge *Vicia faba*-planten vond TIETZ (1954) dat 1 uur na de behandeling ongeveer 40% van de op het blad aangebrachte hoeveelheid Systox in het bladweefsel opgenomen en de rest grotendeels verdampt was. Tussen onderscheidene plantensoorten en -families bleken in dit opzicht grote verschillen te bestaan, die samenhangen met de aard van het bladoppervlak. Hij toonde verder aan dat de onderzijde van het blad iets beter Systox opneemt dan de bovenzijde. TIETZ vond na de behandeling van bladeren met Systox dat het transport van dit insecticide in de stengel van de plant in opwaartse richting op veel groter schaal plaats heeft dan in neerwaartse. Dit transport in opwaartse richting geschiedt merkwaardig genoeg grotendeels via het floeem. Wanneer Systox evenwel via de wortel wordt opgenomen vindt het transport naar boven plaats via het xyleem. Volgens WALRAVE (1954^b) verloopt het transport in het blad in hoofdzaak via de vaten. Van cel tot cel gaat dat slechts langzaam. Volgens TIETZ (1954) zou het extravasculair transport van Systox plaats hebben via de intermicellaire ruimten in de celwanden. Wij tekenen hierbij aan, dat dit transport via de celwanden wellicht de typisch aphicide eigenschappen van Systox e.d. verklaart, daar bladluizen intercellulair in de plant boren (VAN HOOF, 1958).

TIETZ (1954) vond dat ongeveer 12 uur na de behandeling van de bovenzijde van het blad met een Systoxoplossing het middel was doorgedrongen tot de onderzijde. WALRAVE (1954^b) deed proeven met jonge *Phaseolus vulgaris*-planten waarbij de bovenzijde óf de onderzijde van het blad werd bespoten. In beide gevallen werden de bladluizen op de onbespoten zijde van het blad even snel gedood als bladluizen geplaatst op de bespoten zijde. Bij de behandeling van afzonderlijke bladeren geschiedt de verplaatsing van Systox in de lengterichting van het blad voornamelijk van de bladvoet naar de top, omgekeerd in veel geringer mate (TIETZ, 1954; WALRAVE, 1954^b).

HOFFERBERT & ORT (1952) bespoten bij verscheidene planten afzonderlijke bladeren met Systox-oplossingen van verschillende sterkte. De boven het bespoten blad aan dezelfde stengel bijgevormde bladeren werden onderzocht op hun toxiciteit voor bladluizen. 0,1% Systox-oplossing bleek voldoende om gedurende 7 dagen na de bespuiting op de bijgevormde bladeren een 100-procentige luisdoding te veroorzaken. Worden bij een bespuiting de meeste delen van een plant met Systox-oplossing geraakt dan bereiken volgens TIETZ (1954) alle plantendelen een voldoende toxiciteit om daarop aanwezige bladluizen te doden. Bij zijn onderzoekingen over het transport van Systox in de plant van boven naar beneden en omgekeerd verkreeg WALRAVE (1954^b) ongelijke resultaten. Soms was het transport

zeer duidelijk aantoonbaar, soms veel minder. In jonge planten werd Systox beter getransporteerd dan in oude. Dit is een voordeel bij de vectorbestrijding omdat de meeste bespuitingen worden uitgevoerd als het gewas jong is. Tot half juli zou de aardappelplant volgens WALRAVE (1954^b) onder Nederlandse omstandigheden fysiologisch nog zo jong zijn dat Systox in voldoende mate wordt getransporteerd om een snelle luisdoding te verzekeren. Een ander voordeel is nog dat de aardappelplant in het algemeen een zeer bevredigend vermogen tot transport van Systox bezit, dat b.v. veel hoger ligt dan bij *Vicia faba* L..

TIERZ (1954) heeft aangetoond dat de afgifte van Systox door de plant in hoofdzaak via de cuticula geschiedt en toeneemt als de planten worden blootgesteld aan regen en wind; in het vrije veld blijven planten 1 à 3 weken toxisch voor bladluizen. Volgens HOFFERBERT & ORT (1952) bestaat er verband tussen de hoeveelheid regen en de uitscheiding van Systox door de plant: des te meer neerslag, des te meer uitscheiding.

HOFFERBERT & ORT (1952) constateerden na een regenval van 90 mm nog een aanzienlijke aphicide werking bij planten in het vrije veld die 4 weken tevoren begoten waren met 1 liter 0,1% Systox per plant.

WALRAVE (1954^a) heeft een meer gedetailleerd onderzoek ingesteld naar de werkingsduur van Systox in de plant. Hij bespoot aardappelplanten met 0,2% Systoxoplossing en bracht daarop 7 uren na de bespuiting perzikbladluizen. Het dodingspercentage beliep 90% binnen 20 uren en 100% binnen 50 uren. 194 uren na de bespuiting werden weer luizen op de planten gebracht. 85% daarvan werd binnen 20 uren gedood en 95% binnen 50 uren. 513 uren na de bespuiting werden wederom luizen op de planten gebracht. 10% daarvan werd gedood binnen 20 uren en 60% binnen 50 uren. Uit deze proeven blijkt een langere werkingsduur van Systox dan UNTERSTENHÖFER (1951) heeft vastgesteld. WALRAVE (1954^a) stelde ook een onderzoek in naar de dodingssnelheid van Systox als systemisch insecticide in verschillende concentraties op aardappelplanten van verschillende leeftijd. De ouderdom van de planten bleek van invloed op de dodingssnelheid. Op jonge bespoten planten stierven de luizen sneller dan op oude. Op planten die bespoten waren met 0,2% Systox bleek de sterfte van de luizen gemiddeld ongeveer 1½ maal zo groot als na bespuiting met 0,1% Systox. Hij is verder van oordeel dat hoge temperaturen de aphicide werking van systemische middelen versterken doordat de snelheid waarmede bladluizen worden gedood toeneemt. Dit wordt door praktijkervaringen in de Nederlandse land- en tuinbouw bevestigd. De afname van de toxiciteit van de plant zou bij hogere temperaturen sneller verlopen doch mede afhangen van de ouderdom van de plant. Volgens RIPPER et al. (1951) verloopt de afbraak van het verwante insecticide Pestox III in een oude plant langzamer dan in een jonge. DAVID & GARDINER (1954) dienden via de wortel Systox toe (0,002 ml Systox in 20 ml water per plant) aan jonge koolplanten. De op deze planten aanwezige perzikbladluizen werden binnen 24 uur na de toediening alle gedood. Bij herinfectie van de planten met perzikbladluis werd 10 dagen later wederom 100% doding verkregen. Herinfectie na 20 dagen gaf zelfs nog enige doding van perzikbladluis. SCHEPERS et al. (1954) constateerden

100% doding binnen 8 uur toen zij in wijde buizen zomermigranten van *Myzus persicae* op met Systox bespoten aardappelbladeren brachten. Bij deze proef mag echter een eventuele dampwerking van Systox niet over het hoofd worden gezien. Over de dodingssnelheid van Systox op bladluizen die bij een bespuiting door dit middel worden geraakt konden wij in de literatuur geen exacte gegevens vinden. Naar onze praktijkervaringen worden bladluizen in dat geval in het algemeen binnen 3 tot 6 uur voor de virusoverbrenging uitgeschakeld.

In onze eigen proeven waarin vele objecten gedurende het gehele groeiseizoen om de 10 dagen werden bespoten met 0,1% Systox hebben wij zowel in droge als regenrijke jaren steeds een volkomen bladluisvrij gewas verkregen, uiteraard afgezien van aanvliegende luizen. Vele malen konden wij echter vaststellen dat ook aan deze luizen geen lang leven beschoren is als zij terecht komen in een gewas dat geregeld met Systox behandeld is. HILLE RIS LAMBERS et al. (1953) wijzen op de snelle doding van larven afgezet door gevleugelde luizen; zij vonden op regelmatig met Systox bespoten gewassen nooit oudere dan eerste-stadium-larven.

VOSS & EHRHARDT (1960) hebben een onderzoek ingesteld naar de gevolgen van vergiftiging met Systox bij de grote wikkenluis (*Megoura viciae* Buckt.). Zij toonden aan dat de celkernen in het epitheelweefsel van de dunne darm na orale opname van Systox uit plantenweefsel te gronde gaan, doch zij namen geen veranderingen waar in het centrale zenuwstelsel. Wanneer de luizen waren blootgesteld geweest aan Systoxdamp bleek juist het omgekeerde het geval: in het epitheel van de dunne darm werden dan géén, in het centrale zenuwstelsel wél histologische afwijkingen gevonden. Zowel na opname van Systox in dampvorm als na opname via plantensap traden bij de proefdieren spiercontracties op, die microscopisch konden worden vastgesteld. Vermoedelijk ligt daarin de verklaring voor het feit dat de luizen ongeveer drie uur na het begin van de Systoxopname van de planten vielen en spoedig geheel verlamd waren. De dood, die pas 55-60 uur later intrad was waarschijnlijk een rechtstreeks gevolg van verhongering.

Een probleem is of Systox invloed heeft op het gedrag van de luis alvorens deze in een toestand geraakt dat zij niet meer in staat is in de plant te steken. Sommigen hangen de mening aan dat bladluizen in eerste instantie door Systox zodanig geïrriteerd raken dat zij vaker in de plant steken waardoor de kans op virusoverdracht zou toenemen. Deze mening steunt vermoedelijk vooral op onderzoeken van MÜNSTER & MURBACH (1952). WALRAVE (1954^a) is echter van oordeel dat de door hen gevonden verschillen zeer klein en vermoedelijk niet van betekenis zijn. De mening van MÜNSTER & MURBACH wordt in zoverre aangehangen door SALZMANN et al. (1953) dat zij de mislukking van hun vectorbestrijdingsproeven gedeeltelijk toeschrijven aan de aanvankelijk grotere beweeglijkheid van luizen die in aanraking komen met aphiciden.

Tot andere conclusies komen echter HOFFERBERT & ORT (1952). Zij besluiten tot een afschrikkende werking bij perzikbladluis op grond van proeven waarin luizen die 12 uren zonder voedsel waren gebleven ongeveer 10 minuten aarzelden alvorens te steken in een blad van een met Systox begoten plant. In een andere proef brachten zij perzikbladluizen die niet gevestigd hadden op het blad van een met Systox

begoten plant. Deze luizen trokken bijna alle weg naar onbehandelde bladeren die ook te hunner beschikking stonden, zonder in het behandelde blad te steken. Een op dit laatste blad achtergebleven luis had na 2 uur daarin nog niet gestoken en liep op dat moment nog met levendige bewegingen over het behandelde blad rond. HOFFERBERT & ORT besluiten uit hun onderzoeken tot een zekere afschrikkende werking op perzikbladluizen door de in de plant aanwezige Systox. BROADBENT (1957) citeert in dit verband proeven van HEINZE (1954) en trekt daaruit enige onverantwoorde conclusies. HEINZE heeft weliswaar vastgesteld dat bladluizen op bespoten planten meermalen achter elkaar gedurende korte tijd in het blad steken, doch hij bewijst niet dat luizen in een bespoten blad vaker steken dan in een onbespoten blad onder dezelfde omstandigheden. Wel wijst hij erop dat deze dieren na korte tijd (variërend van 10-120 minuten) op een met Systox of E 605 bespoten blad niet meer tot steken in staat zijn. Zijn conclusies omtrent de overdracht van bladrolvirus kunnen niet zonder meer worden toegepast op aardappel omdat zij verkregen zijn met *Physalis floridana*-proefplanten, die veel sneller dan aardappel met bladrolvirus besmet worden. Dit laatste blijkt o.m. uit de in deze proeven toegepaste infectiezuigtijd van 15 minuten! Zie hiervoor ook hoofdstuk 1.4.

Voor zoverre wij konden nagaan is het middel Metasystox, dat in de laatste jaren in onze proeven als aphicide werd gebruikt, niet zo uitvoerig onderzocht op zijn werking tegen perzikbladluis als Systox. Van de zijde van de fabrikant werd ons medegedeeld dat niet behoefde te worden verwacht dat er in dit opzicht tussen Systox en Metasystox noemenswaardige verschillen zouden bestaan. Uit een eenvoudige oriënterende proef in 1956 is ons gebleken dat een aardappelgewas met Metasystox even goed luisvrij kon worden gehouden als met Systox. Ook in de volgende jaren verkregen wij wanneer gedurende het gehele groeiseizoen om de 10 dagen werd bespoten met 0,2% Metasystox, steeds volkomen bladluisvrije gewassen, wederom afgezien van aanvliegende luizen.

In 1951 maakten wij in onze veldproef nog gebruik van „Folidol E 605 geconc.“, omdat de praktische toepassing en de produktie van Systox nog niet voldoende ver ontwikkeld waren om uitsluitend met dit laatste middel te werken. HOFFERBERT & ORT (1948) stelden vast dat op met E 605 bespoten planten alle daarop geplaatste perzikbladluizen werden gedood binnen perioden variërend van 1 tot 4 uren. Op de snelle doding van bladluizen door parathion (E 605) is ook nog gewezen door KLOSTERMEYER (1953). De werkingsduur van E 605 is aanzienlijk korter dan die van Systox en Metasystox. Bovendien kan aan E 605 nauwelijks systemische werking worden toegeschreven.

1. 7. PRAKTIJKPROBLEMEN BIJ DE BESTRIJDING VAN DE BLADROLZIEKTE IN NEDERLAND

Het is in Nederland een oude ervaring dat in de pootaardappelteelt gemiddeld de beste resultaten worden behaald wanneer de selectie op secundair zieke planten zo vroeg mogelijk tot een goed einde is gebracht. Het ideaal is: selecteren vóór de bladluizen optreden. Heeft deze selectie geheel of gedeeltelijk plaats gevonden bij aanwezigheid van bladluizen dan is de gezondheidstoestand van de nateelt meestal

teleurstellend. Vooral bij late aardappelrassen komen vaker minder goede resultaten voor, waarbij de langere groeiperiode en de later optredende ouderdoms-resistentie echter ook een rol spelen. De Nederlandse pootgoedteler richt al zijn zorgen op het verkrijgen van uitermate vroege gewassen. Deze gewassen moeten snel en gelijkmatig opkomen en een vlotte jeugdontwikkeling doormaken. Dit zijn strikte voorwaarden voor het tijdig vaststellen van secundaire symptomen van virus-ziekten. Bij de selectie op secundair bladrolzieke planten doen zich een aantal moeilijkheden voor. Het duurt enige tijd, soms zelfs verscheidene weken, voor het ziektebeeld verschijnt. Er bestaan belangrijke verschillen wat betreft de duidelijkheid van het secundaire bladrolbeeld; deze hangt vooral af van het aardappelras, de virulentiegraad van de optredende stam van het virus en de groeiomstandigheden van de plant. Dit alles maakt het in vele gevallen onmogelijk alle secundair zieke planten te verwijderen vóór de bladluizen beginnen op te treden.

Een nauwkeurige observatie van het optreden van primair bladrol in Nederlandse aardappelvelden leerde ons dat er dikwijls een verband in de localisatie kan worden opgemerkt tussen primair en geselecteerd secundair bladrol. De primair zieke planten worden n.l. vaak voor een groot deel gevonden in groepjes rondom de plaatsen waar secundair zieke planten bij de selectie werden verwijderd. Dit groepsgewijs optreden van primair zieke planten wordt in de praktijk van de Nederlandse pootgoedteelt aangeduid als nestvorming. De nateelt van gewassen die aan dit euvel hebben geleden is bijna altijd uitgesproken slecht. Het niet tijdig verwijderen van secundair zieke planten is daar oorzaak van. Wij leerden hiervan in de praktijk vele sprekende voorbeelden kennen.

Met betrekking tot de voorjaarsmigranten, die vrij van virus van hun winterwaardplanten vertrekken, fungeren de (nog) niet verwijderde secundair bladrol-zieke planten als smetstofbronnen. De voorjaarsmigranten zijn onder Nederlandse omstandigheden niet zo talrijk dat hun aanwezigheid op de planten onmiddellijk opvalt. Deze is slechts vast te stellen bij een tamelijk uitgebreide controle van de gewassen. Vindt men daarbij dan b.v. 1 gevleugelde luis per 100 planten dan bestaat zonder twijfel reeds een belangrijk besmettingsgevaar. Het aantal bladluizen neemt in een onbespoten veld snel toe door de afzetting van ongevreugelde larven. Voor de virusoverbrenging zijn deze ongevreugelden van niet te onderschatten betekenis omdat zij tijdens de selectie-werkzaamheden worden verspreid, én bij het gaan van de selecteur door het gewas én bij het uittrekken van zieke planten. De observatie van vele pootgoedpercelen in de Nederlandse praktijk heeft ons in de loop der jaren talrijke bewijzen opgeleverd voor het bestaan en de omvang van deze virusoverbrenging als gevolg van het selecteren.

Selectie-werkzaamheden in pootgoedpercelen kunnen naar Nederlandse opvatting niet gemist worden, maar brengen in beginsel steeds besmettingsgevaar met zich mede. Vektorbestrijding in pootgoedgewassen met systemische middelen bood naar ons oordeel de mogelijkheid voorjaarsmigranten uit te schakelen voordat zij bladrolvirus kunnen overbrengen; ook hun nakomelingschap zou door deze vektorbestrijding tijdig kunnen worden gedood.

2. OPZET EN METHODIEK VAN DE VELDPROEVEN

Onze veldproeven, die in Zuid-West-Nederland werden genomen, hadden in eerste instantie tot doel na te gaan in hoeverre het mogelijk was door bestrijding van de vectoren het optreden van de bladrolziekte in aardappelen tegen te gaan. Als tweede doel werd gesteld: het verkrijgen van resultaten die het inzicht in de relaties tussen virus, vektor en plant zouden kunnen verdiepen.

Bij de uitvoering van de proeven moest in verschillende opzichten een compromis worden gesloten tussen dat wat wenselijk werd geacht en hetgeen met de beschikbare middelen mogelijk was. De eerste oriënterende proef (uitgevoerd in 1951) bleef daarom zeer bescheiden van omvang en opzet. Het proefveld bestond uit 6 stroken; in elke strook was 1 object in 6-voud ondergebracht. De aldus verkregen 36 veldjes telden elk slechts 32 planten. De stroken waren onderling gescheiden door paden ter breedte van 60 cm. Van 1952 af werden bijna alle veldproeven aangelegd in z.g. „incomplete latin squares” (YOUDEN-squares), waarvoor de schema's werden ontleend aan COCHRAN & COX (1950). Eveneens aan deze auteurs ontleenden wij de schema's voor de „lattice squares” volgens welke een groot deel van de veldproeven in 1957 werd ingericht. In de YOUDEN-squares werden de objecten in 4-voud gelegd, in de lattice-squares konden wij slechts in 3-voud werken. Wij meenden het aldus te verkrijgen cijfermateriaal beter toegankelijk te maken voor wiskundige bewerking. Voor wat betreft de grootte van de afzonderlijke veldjes streefden wij naar tenminste 100 planten. Al naar de praktische mogelijkheden varieerde dit aantal in de loop der jaren na 1951 van 78 tot 140 per veldje. In alle veldproeven werd een plantafstand van 60×30 cm aangehouden. In 1952 waren de 28 veldjes (7 objecten in 4-voud) in het YOUDEN-square gescheiden door paden ter breedte van 60 cm. Daardoor waren de objecten, achteraf gezien, echter te zeer aan randwerking onderhevig. Het laten vervallen van de paden bracht als bezwaar met zich mede, dat bladluizen uit niet bespoten objecten gemakkelijk konden overlopen naar aangrenzende bespoten objecten. Om dit te voorkomen legden wij in de jaren 1954-'56 in ieder proefveld 2 YOUDEN-squares; in het éne werden de 7 te bespuiten, in het andere de 7 niet te bespuiten objecten ondergebracht. De beide squares werden ten opzichte van de overheersende windrichting zo gelegd dat zij in ongeveer gelijke mate aan bladluisvluchten onderhevig waren. Teneinde de randwerking zo veel mogelijk uit te schakelen, werden de beide YOUDEN-squares omgeven met stroken aardappelgewas, die geheel dezelfde behandeling kregen als de groep objecten waaraan zij grensden.

Een afdoende oplossing voor het probleem van de scheiding der veldjes werd eerst in 1957 verkregen door een advies van HILLE RIS LAMBERS, die had vastgesteld dat een vrijwel volledige scheiding wordt verkregen met behulp van twee dichtgezaaide en daardoor goed gesloten rijen haverplanten op een onderlinge afstand

van ± 20 cm. Ongeveugelde bladluizen passeren de haverrijen niet; gevleugelde exemplaren vliegen over grotere afstanden weg en komen niet in naburige veldjes terecht. Het zaaien van de haver dient gelijk met het poten van de voorgekiemde aardappelen te geschieden, opdat de haverplanten steeds een handbreedte langer zijn dan het gewas. Het is wenselijk een haverras te kiezen met stijf stro en de planten enige tijd voor de pluim verschijnt te toppen teneinde een te hoog opgroeien en daardoor legeren te voorkomen. De haverrijen mogen niet worden beschadigd en daarom moet men het ongemak accepteren alle verzorgingswerkzaamheden in het aardappelgewas als handwerk uit te voeren.

Na overleg met medewerkers van het Centrum voor Landbouwwiskunde te Wageningen en mede op advies van HILLE RIS LAMBERS werd door ons afgezien van verdere pogingen tot wiskundige verwerking van de verkregen resultaten. De haardvorming die zich voordoet bij het optreden van de bladrolziekte, maakt de onderhavige biologische proeven vrijwel ontoegankelijk voor statistische bewerking, tenzij gewerkt zou worden met zeer grote veldjes of met zeer grote aantallen herhalingen, wat in feite vrijwel onuitvoerbaar is.

In onze veldproeven maakten wij aanvankelijk alleen gebruik van het middenvroeg ras Bintje vanwege zijn zeer belangrijke plaats in de Nederlandse pootgoedteelt. Dit ras is middelmatig vatbaar voor de bladrolziekte en geeft voor wat betreft het herkennen van de ziektebeelden geen bijzondere moeilijkheden. Later werden ook proeven uitgevoerd met het late ras Furore dat een veel grotere vatbaarheid voor de bladrolziekte vertoont met bovendien zeer duidelijke ziektebeelden. De gebruikte pootaardappelen werden genomen uit handelspartijen van de beste klassen Nederlands pootgoed. Nadat in 1951 kwam vast te staan dat het wenselijk was in het kader van deze proeven te werken met uitgangsmateriaal dat tenminste enige procenten bladrolzieke knollen bevatte, werd zo nodig het aangekochte pootgoed versneden met viruszieke knollen van hetzelfde ras óf met sterk door bladrol geïnfecteerde partijen consumptieaardappelen van hetzelfde ras. Aangezien de mate van infectie van het gebruikte pootgoed niet altijd precies bekend was, was niet in alle gevallen het gewenste ziektepercentage in het pootgoed aanwezig. Als pootgoed werden steeds knollen gebruikt in de maat 35-45 mm.

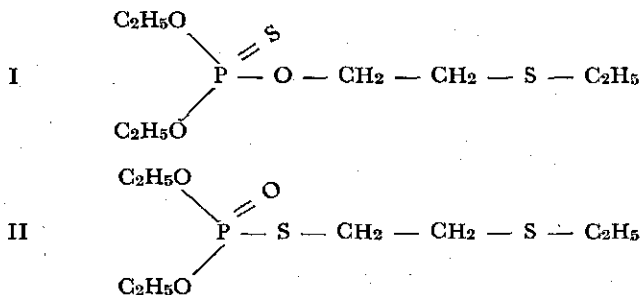
In een gebied met weinig viruszieke aardappelgewassen werden de proefgewassen geteeld op lichte zeekeigrond met alle goede zorgen die ook in de praktijk van de Nederlandse pootgoedteelt aan de gewassen worden besteed. Een opmerking moet hierbij gemaakt worden met betrekking tot de selectie op secundair bladrolzieke planten. Al naar de opzet van de onderscheidene proeven werden deze vroegtijdig, later of eerst onmiddellijk voor het rooien uit de gewassen verwijderd. In te bespuiten objecten werd nooit geselecteerd alvorens tenminste één bespuiting was uitgevoerd. Primair zieke planten werden nimmer uit de proefgewassen verwijderd.

Nauwkeurige bladluistellingen werden in de proefgewassen niet verricht omdat daarvoor geen gelegenheid kon worden gevonden. Volstaan werd met 1 à 2 globale beoordelingen van de bladluisbezetting per week. In geen der bespotten objecten werden daarbij ooit in noemenswaardige mate ongeveugelde bladluizen

aangetroffen; alleen werden nu en dan nog levende eerste stadium-larven gevonden die kennelijk pas kort geleden door van elders aangekomen gevleugelde luizen waren afgezet. In de proefverslagen is steeds een kort overzicht opgenomen van de ontwikkeling van de bladluissituatie in het desbetreffende jaar. Daarbij werd vanaf 1952 gebruik gemaakt van gegevens omtrent de zomervluchten der bladluizen, die verkregen werden met behulp van gele luizenvangbakken; de waarnemingen werden vrijwel altijd dagelijks verricht en bij de vangstcijfers werd onderscheid gemaakt tussen perzikbladluizen en „overige luizen”.

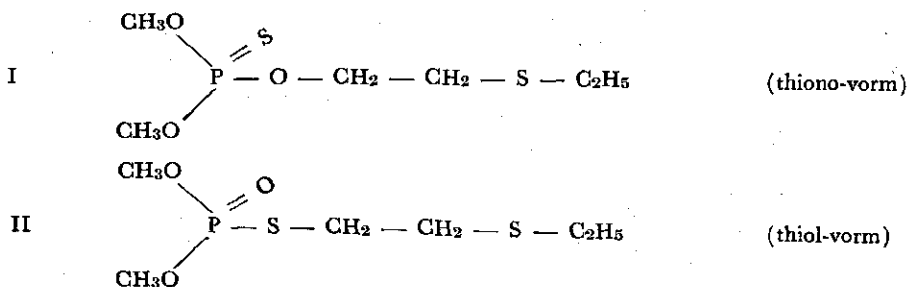
De vektorbestrijding werd beproefd met een drietal aphiciden: Folidol - E 605 geconcentreerd; Systox; Metasystox. Folidol - E 605 geconcentreerd (verder aangeduid als Folidol) behorend tot de groep der parathionmiddelen, bevat 25% werkzaam bestanddeel t.w.: 0,0, diethyl-0-4-nitro-fenylthiofosfaat. Dit middel heeft nauwelijks systemische werking.

Systox, een demeton-middel, bevat 50% werkzaam bestanddeel, t.w.: 0,0, diethyl-0-(2-ethylmercaptoethyl) thiofosfaat (I) en isomere verbinding (II). Structuurformules:



In het werkzame bestanddeel van Systox komen volgens de fabrikant de verbindingen I en II voor in een verhouding van ongeveer 2 : 1. Systox heeft een sterke systemische werking.

Zodra dit beschikbaar kwam werd in de proeven gebruik gemaakt van een wat minder giftig systemisch middel: Metasystox, vervaardigd op basis van demeton-methyl. Dit middel bevat 25% werkzaam bestanddeel, t.w.: 0,0, dimethyl-0-(2-ethylmercaptoethyl) thiofosfaat (I) en isomere verbinding (II). Structuurformules:



In het werkzame bestanddeel van Metasystox komen volgens de fabrikant de verbindingen I en II voor in een verhouding van ongeveer 2 : 1. De thiol-vorm heeft een veel sterker insecticidewerking dan de thiono-vorm (TIETZ & FREHSE, 1960). De thiol-vorm is in de handel gebracht als Meta-iso-systox, doch kon in onze proeven nog niet gebruikt worden.

Folidol werd in 1951 verspoten in een concentratie van 0,06%; in 1957 werd 0,1% gebruikt. Systox en Metasystox werden steeds verspoten in concentraties van respectievelijk 0,1 en 0,2%. Alle bespuitingen werden steeds uitgevoerd met een hoeveelheid spuitvloeistof van 800-1000 liter/ha. In de loop der jaren is ons gebleken dat deze grote hoeveelheid spuitvloeistof bij systemische middelen een beter resultaat oplevert dan een geringe, ook wanneer per oppervlakte-eenheid een gelijke hoeveelheid van het desbetreffende middel op het gewas wordt aangewend.

De hier aangegeven hoeveelheden spuitvloeistof en concentraties voor Systox en Metasystox zijn toereikend om het bespoten gewas tenminste 12-14 dagen voldoende toxisch voor bladluizen te houden. Folidol geeft bij de door ons gebruikte hoeveelheid spuitvloeistof in concentraties van 0,06 en 0,1% voldoende bescherming gedurende respectievelijk 5 tot 7 en 7 tot 10 dagen. Folidol heeft echter, doordat dit middel geen systemische werking bezit, vooral in snelgroeïende gewassen het bezwaar dat de zich na de bespuiting ontwikkelende delen van de plant niet voldoende toxisch voor luizen worden.

Toen nog niet het inzicht bestond dat onmiddellijk na opkomst van het gewas in belangrijke mate infecties met bladrolvirus tot stand kunnen komen, werd met de bespuitingen pas aangevangen wanneer de planten reeds geruime tijd boven de grond stonden. In 1951 werd de eerste bespuiting uitgevoerd op 15-VI. Deze datum werd voornamelijk bepaald door het moment waarop de luisbestrijdingsmiddelen arriveerden. Achteraf gezien is deze late aanvang der bespuitingen ook niet van belang, omdat er in het proefgewas geen enkele secundair bladrolzieke plant voorkwam. In 1952 werd op 5-VI met de bespuitingen begonnen omdat wij meenden de eerste luisbestrijding enkele dagen vóór de eerste selectie te moeten uitvoeren. Wij beoogden hiermede te voorkomen dat in het gewas aanwezige ongevlugelde bladluizen tengevolge van het selecteren verspreid werden. Vanaf 1954 werd consequent met de bespuitingen aangevangen zodra vrijwel alle planten in een gelijkmatig opkomend gewas boven de grond stonden. Bij een ongelijkmatige opkomst dient o.i. de eerste bespuiting te worden uitgevoerd wanneer een groot deel van de planten (50 à 80%) is opgekomen. In dit geval verdient het sterk aanbeveling spoedig een tweede bespuiting te laten volgen, mede omdat zich onder de later opkomende planten vaak veel meer bladrollers bevinden dan onder de eerstopkomende. Hieruit blijkt ook het gevaar van het al te vroeg uitvoeren van de eerste bespuiting in gelijkmatig boven de grond komende gewassen.

Teneinde het verloop van de knolbesmetting gedurende het groeiseizoen te kunnen volgen werd in de proefschema's steeds een aantal rooidata opgenomen, variërend van 2 tot 7. In plaats van direct rooien prefereerden we „looftrekken”, het door uittrekken verwijderen van het loof waarbij de knollen nog enige tijd

in de grond achterblijven, voordat zij gerooid worden. Dit was rationeler en levert beter houdbaar pootgoed op. Andere methoden waarbij het loof met mechanische en/of chemische middelen wordt vernietigd, waren voor ons doel niet geschikt omdat de praktijk leert dat de overblijvende stengelstompen meestal gemakkelijk opnieuw uitlopen, waarna vele nieuwe knolinfecties met bladrolvirus tot stand kunnen komen als gevolg van infectie van het bijgevormde loof. Objecten die wij in de proeven van 1954 en later niet met luisdodende middelen behandelden werden 1 of 2 dagen voor het looftrekken bespoten met een aphicide om te voorkomen dat daarop aanwezige bladluizen na dit looftrekken zouden overlopen naar naburige nog groeiende veldjes.

De mate van besmetting van de geoogste knollen werd bepaald door van ieder gerooid veldje in het jaar volgend op dat van de proef een monster in de volle grond na te telen. Van nacontrole in kassen of met behulp van de IGEL-LANGE-toets werd afgezien wegens de hoge kosten en de voor ons doel te weinig betrouwbare resultaten. De monsters hadden een omvang van $\pm 10\%$ van het totaal aantal geoogste knollen en werden, volgens het toeval verdeeld, zorgvuldig genomen. Voor zover aanwezig werden knollen nageteeld van de maat 35-45 mm. Het enige bezwaar van de door ons gevolgde nacontrolemethode was gelegen in het laat beschikbaar komen van de verkregen resultaten.

In sommige jaren werden opbrengstbepalingen verricht die tot doel hadden gegevens te verzamelen omtrent de invloed van de rooidatum (in onze proeven: de looftrekdatum) op de opbrengst van een gewas. Daarbij werden tevens gegevens verkregen betreffende de omvang van de zuigschade door bladluizen aangericht.

3. VELDPROEVEN TER BESTRIJDING VAN BLADROLVECTOREN

3.1. INLEIDENDE VELDPROEVEN

3.1.1. De proef van 1951

Om na te gaan in hoeverre bespuitingen met luisdodende middelen in staat zouden zijn de verbreiding van bladrolvirus tegen te gaan werd vergeleken:

- a. bespuiten met Systox;
- b. bespuiten met Folidol;
- c. niet bespuiten.

Bij elk van deze behandelingen werden twee rooidata toegepast, t.w. loofgetrokken op 19-VII en rijp geroid omstreeks 15-VIII.

De aardappelen van het ras Bintje werden gepoot op 24-IV. De planten kwamen omstreeks 15-V gelijkmatig op. Secundair bladrolzieke planten kwamen in het gewas niet voor. Alle bespoten objecten werden behandeld op 15-VI, 25-VI, 5-VII en 15-VII; de rijp te rooien daarvan bovendien nog op 26-VII. Primaire bladrolsymptomen werden in het loof niet waargenomen. Na 5-VIII werd het loof in ernstige mate door *Phytophthora infestans* aangetast.

De bladluizen namen aanvankelijk zeer traag in aantal toe. Van half juni af ontwikkelde zich in de niet bespoten veldjes een populatie van ongeveugelde en later ook van gevleugelde luizen, hoofdzakelijk perzikbladluizen. Omstreeks 15-VII was het aantal luizen gestegen tot 2000 à 3000 per plant, zodat het gewas duidelijk zuigschade leed. In die dagen vonden tevens belangrijke bladluisvluchten plaats.

De resultaten van deze proef zijn opgenomen in tabel 1.

TABEL 1. De invloed van bespuitingen in 1951 met aphiciden op de gezondheidstoestand van de nateelt bij Bintje; % bladrol berekend uit een nacontrole in 1952 van 72 knollen per veldje.

TABLE 1. The influence of spraying in 1951 with aphicides on the health of the progeny of Bintje; % leafroll calculated from the results in 1952 of a sample of 72 tubers per plot.

Behandeling Treatment	loofgetrokken haulms plucked	in 6 herhalingen in 6 replications						Gemiddelde Average
bespoten met sprayed with								
Systox (4 ×)	19-VII	0	4	3	1	0	0	1
Folidol (4 ×)	" "	3	0	1	4	0	1	1,5
niet bespoten not sprayed	" "	0	1	0	1	0	0	0,5
Systox (5 ×)	15-VIII	3	11	21	17	7	20	13
Folidol (5 ×)	" "	6	11	13	8	8	13	10
niet bespoten not sprayed	" "	25	4	1	13	22	4	11,5

Hieruit blijkt dat de datum van looftrekken van beslissende invloed is geweest op de gezondheidstoestand van de nateelt. Bespuiting van het gewas met aphiciden heeft in dit geval daarin geen merkbare verbetering gebracht.

Dat de sterke bladluisebezetting van het gewas belangrijke zuigschade tot gevolg had wordt geïllustreerd met de cijfers van tabel 2.

TABEL 2. Opbrengsten in 1951 (in kg per 192 planten) van wel en niet met aphiciden bespoten aardappelgewassen; bladluisebezetting op 15-VII-1951 in niet bespoten veldjes: 2000-3000 per plant, in bespoten veldjes nihil. Ras Bintje.

TABLE 2. Yields in 1951 (in kg per 192 plants) of potato crops sprayed and not sprayed with aphicides; aphid density on 15-VII-1951 in not sprayed plots 2000-3000 per plant, in sprayed plots nil. Variety: Bintje.

Behandeling/Treatment		Knolgrootte Tuber size			Totaal Total
bespoten met sprayed with	loofgetrokken haulms plucked	< 35 mm	35-45 mm	> 45 mm	
Systox (4 ×)	19-VII	22,5	39	10	71,5
Folidol (4 ×)	" "	23,5	42	4	69,5
niet bespoten not sprayed	" "	22,5	31	3	56,5
Systox (5 ×)	15-VIII	21,5	52,5	28,5	102,5
Folidol (5 ×)	" "	23	58,5	25	106,5
niet bespoten not sprayed	" "	22,5	43,5	15	81

3.1.2. De proef van 1952

Tengevolge van twee zware hagelbuien in de eerste dagen van juli moest de oorspronkelijke opzet enigszins gewijzigd worden zodat de proef uiteindelijk als volgt werd uitgevoerd. In het proefschema werden 7 objecten ondergebracht; ieder veldje bestond uit 140 planten.

Objecten:

- niet bespoten; loofgetrokken op 8-VII;
- bespoten met Systox op 5-VI, 18-VI, 25-VI en 5-VII; loofgetrokken op 8-VII;
- bespoten met Systox op 5-VI en 25-VI; loofgetrokken op 8-VII;
- bespoten met Systox op 5-VI, 25-VI en 5-VII; loofgetrokken op 8-VII;
- niet bespoten; loofgetrokken op 15-VII;
- niet bespoten; loofgetrokken op 22-VII;
- bespoten met Systox op 5-VI, 18-VI, 25-VI, 5-VII en 15-VII; loofgetrokken op 22-VII.

De aardappelen (van het ras Bintje) werden gepoot op 17-IV; de planten kwamen omstreeks 12-V boven de grond. Op 7-VI werden alle zichtbaar secundair bladrolzieke planten uit het gewas verwijderd; enkele pas later kenbaar geworden secundair zieke planten werden daarna nog geselecteerd, de laatste op 21-VI. Het uitgangsmateriaal bevatte gemiddeld 1,5% bladrol.

De bladluissituatie was in dit jaar voor de pootgoedteelt gunstig. Vooral de perzikbladluis trad slechts in geringe aantallen op en grote bladluisvluchten zoals in 1951 kwamen dit jaar, althans gedurende de proefperiode, niet voor. Tabel 3 geeft een overzicht van de in dit experiment verkregen resultaten.

TABEL 3. De invloed van bespuitingen in 1952 met Systox op de gezondheidstoestand van de nateelt bij Bintje; % bladrol berekend uit een nacontrole in 1953 van 126 knollen per veldje.

TABLE 3. The influence of spraying in 1952 with Systox on the health of the progeny of Bintje; % leafroll calculated from the results in 1953 of a sample of 126 tubers per plot.

Behandeling/Treatment		in 4 herhalingen in 4 replications				Gemiddelde Average
bespoten met Systox sprayed with Systox	loofgetrokken haulms plucked					
A 5-VI, 18-VI, 25-VI, 5-VII	8-VII	4	4	3	2	3
B 5-VI, 25-VI	8-VII	6	5	6	4	5
C 5-VI, 25-VI, 5-VII	8-VII	6	6	5	2	5
D niet bespoten/not sprayed	8-VII	4	6	10	4	6
E " " " "	15-VII	10	7	10	7	9
F " " " "	22-VII	9	15	11	10	11
G 5-VI, 18-VI, 25-VI, 5-VII, 15-VII	22-VII	7	5	7	5	6

Hieruit blijkt dat bespuitingen met Systox om de 10 dagen een gunstige invloed hebben gehad op de gezondheidstoestand van de nateelt. Vooral bij vergelijking van (F) en (G) in tabel 3 blijkt deze tendens duidelijk aanwezig. De nateelt van het 5 maal bespoten gewas (G) is bij looftrekken op 22-VII even gezond als die van het niet bespoten gewas (D) dat op 8-VII werd loofgetrokken. In de periode tussen deze data neemt de opbrengst van het gewas nog belangrijk toe zoals de cijfers in tabel 4 aantonen.

TABEL 4. Opbrengsten (in kg per 504 planten) van een gewas Bintje bij looftrekken op verschillende data in 1952.

TABLE 4. Yields (in kg per 504 plants) of a potato crop of the variety Bintje on different dates of haulm plucking in 1952.

Behandeling/Treatment		Knolgrootte Tuber size			Totaal Total
bespoten met sprayed with	loofgetrokken haulms plucked	< 35 mm	35-45 mm	> 45 mm	
A Systox (4 ×)	8-VII	29,7	83,2	56,0	168,9
B Systox (2 ×)	8-VII	29,7	81,0	57,9	168,6
C Systox (3 ×)	8-VII	31,5	91,2	62,8	185,5
D niet bespoten/not sprayed	8-VII	32,0	92,8	55,8	180,6
E niet bespoten/not sprayed	15-VII	30,7	99,9	102,1	232,7
F niet bespoten/not sprayed	22-VII	30,1	104,4	139,6	274,1
G Systox (5 ×)	22-VII	27,7	96,2	142,2	266,1

3.1.3. *Bespreking van de resultaten*

Zoals blijkt uit tabel 1 gaf in 1951 bespuiting met krachtige luisdodende middelen geen verbetering van de gezondheidstoestand van het geoogste pootgoed. Slechts het tijdstip van looftrekken beïnvloedde de gezondheidstoestand. Dit kan worden toegeschreven aan het ontbreken van secundair zieke planten in het gewas, waardoor besmetting alleen van buitenaf kon plaats vinden. Tengevolge van grote bladluisluchten omstreeks 15-VII bleek deze besmetting in 1951 vrij omvangrijk te zijn en door bespuitingen met aphiciden niet te voorkomen of te verminderen.

In 1952 leverden bespuitingen met Systox om de 10 dagen wel een gezondere nateelt op dan niet bespuiten van het gewas, waarin ongeveer 1,5% secundair bladrol bij opkomst aanwezig was. De verbreiding van bladrolvirus uitgaande van secundair zieke planten in het gewas werd door toepassing van Systox tegengegaan doch niet geheel voorkomen; zie tabel 3. Ook in de nateelt van de bespoten objecten kwam nog vrij veel bladrol voor, althans naar Nederlandse maatstaven. Dit kon worden toegeschreven aan het te laat uitvoeren van de eerste bespuiting waardoor de bladluizen gedurende 3 weken na de opkomst van het gewas vrij spel hadden.

Dat de nateelt van het bespoten gewas bij looftrekken op 22-VII (tabel 3, G) niet meer bladrol vertoonde dan die van het niet bespoten gewas bij looftrekken op 8-VII (tabel 3, D) was economisch gezien een belangrijk resultaat. In de tussenliggende 14 dagen produceerde het gewas 600-700 kg knollen/ha per dag, zoals zich bij een plantenaantal van circa 50.000 per ha uit de cijfers van tabel 4 laat afleiden. Een eenvoudige berekening leert dat verlenging van de groeiperiode met één dag, omstreeks de door de N.A.K. voorgeschreven rooidata, voor de Nederlandse pootgoedteelt een meerdere produktie betekent ter waarde van ten minste f 1.500.000,—.¹⁾

De cijfers van tabel 2 tonen aan dat door het talrijk optreden van bladluizen in een gewas ernstige zuigschade wordt veroorzaakt. In onze proef van 1951 lag de kg-opbrengst in een onbespoten gewas ongeveer 20% lager dan in één dat regelmatig met Systox bespoten werd. Aangezien de opbrengstderving vooral veroorzaakt wordt in de knolgrootten > 35 mm kan zuigschade ook van betekenis zijn bij de teelt van consumptieaardappelen. De kosten van bespuiting met luisdodende middelen kunnen bij massaal optreden van bladluizen vele malen worden terugverdiend door een hogere knelopbrengst.

Het ontbreken van secundair zieke planten in ons proefgewas van 1951 bood gelegenheid tot vergelijken van bladrolinfectie door van buiten het veld komende gevleugelde besmette luizen in een bespoten en een niet bespoten gewas. Sommige auteurs zijn de mening toegedaan dat bladluizen in een bespoten gewas meer besmetting te weeg brengen dan in een niet bespoten; zie 1.6. De cijfers in tabel 1 leveren voor hun veronderstelling echter geen bewijsgronden. Tussen vergelijkbare

¹⁾ 20.000 ha à 500 kg/ha à 15 ct/kg.

wel en niet bespoten objecten bestaan in dit opzicht geen verschillen van betekenis.

De resultaten van deze proeven leerden dat de eerste bespuitingen onmiddellijk na opkomst van het gewas dienen te worden uitgevoerd.

Ten gevolge van de watersnood in 1953 moesten nieuwe proeven een jaar worden uitgesteld.

3. 2. VOORTGEZETTE VELDPROEVEN

3. 2. 1. Inleiding

In 1953 vernamen wij de uitslagen van enige bladluisbestrijdingsproeven op pootaardappelgewassen die in de jaren 1950-1952 in Nederland waren uitgevoerd. Enkele daarbij behaalde positieve uitkomsten konden in verband worden gebracht met een laat optreden van bladluizen dan wel met een vroege aanvang van de bladluisbestrijding.

Ervaringen in de praktijk opgedaan vormden de basis voor de hypothese dat met betrekking tot de verbreiding van bladrolvirus onder Nederlandse omstandigheden een groot gevaar zou schuilen in de voorjaarsinfectie. Daaronder verstaan wij de infectie die optreedt tot aan het moment dat de secundair zieke planten geselecteerd zijn, en die veroorzaakt wordt door voorjaarsmigranten en hun directe nakomelingschap. De zomervluchten van de perzikbladluis zouden in normaal ontwikkelde gewassen voor de besmetting met bladrolvirus veelal van geringere betekenis zijn, afgezien van jaren met sterke bladluisvluchten. Deze hypothese steunde o.m. op:

- a. de wijze waarop primair bladrol optreedt;
- b. het uit de praktijk bekende gevaar van late selectie en de teleurstellingen die daaruit zo dikwijls voortvloeien;
- c. het verder gezond blijven van vrijwel volgroeide gewassen ondanks belangrijke bladluisvluchten kort voor de rooidatum.

Het nut van vroegtijdige beëindiging van de selectiewerkzaamheden was in de praktijk bekend, hetgeen o.m. blijkt uit de voorschriften van de N.A.K. te Wageningen. Door velen werd bij het vroeg optreden van primair bladrol o.i. niet voldoende acht geslagen op het tijdstip waarop de bladluizen deze besmetting hadden veroorzaakt. Bij de „nestvorming” van primair bladrol (zie 1. 7.) werd o.i. aan de wijze van ontstaan dikwijls te weinig aandacht geschonken. Daarentegen werden de zomervluchten van de perzikbladluizen met grote belangstelling gevolgd alhoewel de gezondheidstoestand van het geoogste pootgoed meermalen aanzienlijk beter was dan de omvang van de bladluisvluchten deed vermoeden. Het is nu duidelijk dat de ouderdomsresistentie van de planten hierbij ook een grote rol heeft gespeeld.

Bij de bespreking van het vraagstuk van de bladrolbesmetting in niet met aphiciden behandelde aardappelgewassen zal het dienstig zijn onderscheid te maken tussen exogene en endogene besmetting. Onder exogene besmetting verstaan wij de besmetting met virus waarbij de smetstof van buitenaf in het gewas wordt gebracht, hetgeen in het geval van bladrolvirus zal geschieden door gevleugelde

perzikbladluizen. Onder endogene besmetting verstaan wij de verbreiding van virus binnen het veld, waarbij de in het veld aanwezige viruszieke planten fungeren als smetstofbronnen. De endogene bladrolbesmetting wordt tot stand gebracht door gevleugelde en ongevleugelde perzikbladluizen; gevleugelden kunnen daartoe bijdragen wanneer ze zich binnen het gewas van plant tot plant verplaatsen, en indien deze afstanden klein zijn zullen zij ook nestvorming veroorzaken.

In het begin van de groeiperiode, waarin ook de selectie plaatsvindt, is er wat bladrol betreft vrijwel uitsluitend sprake van endogene besmetting, die wordt veroorzaakt door de voorjaarsmigranten van de perzikbladluis en hun ongevleugelde nakomelingschap. De exogene besmetting is in deze periode van weinig of geen betekenis behalve wanneer zich in de onmiddellijke nabijheid van het perceel een ander aardappelgewas bevindt dat met bladrolvirus besmet is. Wanneer de zomervluchten van de perzikbladluis gaan optreden wordt ook de exogene besmetting met bladrolvirus van groot belang. Zodra exogene besmetting tot stand is gebracht zijn hiermede nieuwe mogelijkheden geschapen voor endogene besmetting. Wanneer geen vroege en omvangrijke zomervluchten van de perzikbladluis optreden, wat gelukkigerwijze in Nederland in de meeste jaren het geval is, blijft de exogene bladrolbesmetting van ondergeschikt belang mede omdat de planten in toenemende mate ouderdomsresistentie verwerven. De ouderdomsresistentie is het belangrijkste middel dat de plant bezit om zich te weer te stellen tegen besmetting met virus in de zomer.

Consequente vectorbestrijding elimineert de endogene bladrolbesmetting door voorjaarsmigranten vrijwel geheel omdat deze luizen worden uitgeschakeld alvorens zij tot virusafgifte in staat zijn. Eventuele exogene besmetting in het begin van het groeiseizoen, wordt nog gedeeltelijk verhinderd omdat het leven van de daarvoor verantwoordelijke luizen door de werking van de aphiciden belangrijk wordt bekort. Door herhaaldelijk bespuiten van een gewas met systemische insekticiden kan de endogene bladrolbesmetting veroorzaakt door ongevleugelde luizen totaal worden voorkomen. Er kan immers geen populatie van betekenis ontstaan omdat de relatief weinige larven die door de migranten worden afgezet slechts korte tijd in leven kunnen blijven. Toepassing van aphiciden schakelt de exogene besmetting door zomermigranten ook gedeeltelijk uit omdat hun leven daardoor wordt bekort. De endogene bladrolbesmetting door zomermigranten te weeg gebracht wordt door bespuitingen met aphiciden eveneens vrijwel geheel geëlimineerd omdat deze luizen worden uitgeschakeld voor zij in staat zijn tot virusoverdracht.

Uit het bovenstaande laat zich afleiden dat vectorbestrijding met betrekking tot de bladrolziekte vereist, dat het gewas met systemische aphiciden voldoende toxisch voor bladluizen wordt gehouden van het eerste optreden van de perzikbladluis af tot minstens aan het einde van de selectie der secundair zieke planten. Het verdient aanbeveling de bespuitingen gedurende de rest van het groeiseizoen voort te zetten, doch zij dienen in ieder geval hervat te worden kort voor het begin van de eigenlijke zomervluchten. Aangezien het zeer moeilijk is het tijdstip van het eerste optreden van de voorjaarsmigranten van de perzikbladluis tijdig aan

te kondigen is het gewenst dat in de praktijk van de pootgoedteelt met de bespuitingen wordt begonnen zodra het gewas boven de grond is gekomen (zie hoofdstuk 2).

3.2.2. *De proeven van 1954*

De volgende objecten werden vergeleken:

- a. Bintje, om de 10 dagen bespoten met Systox, met 7 roodata;
- b. Bintje, niet bespoten, met 7 roodata;
- c. Furore, om de 10 dagen bespoten met Systox, met 7 roodata;
- d. Furore, niet bespoten, met 7 roodata.

De aardappelen werden gepoot op 14-IV en 15-IV; de planten kwamen omstreeks 18-V vlot en regelmatig op. Elk der veldjes bestond uit 78 planten. De selectie werd uitgevoerd op 15-VI. Daarbij werden uit Bintje en Furore gemiddeld respectievelijk 0,5% en 6% secundair bladrol verwijderd. De eerste secundair zieke planten waren op 5-VI te herkennen, maar ten gevolge van het koude droge voorjaarsweer werden verdere ziektebeelden slechts traag zichtbaar. De bespuitingen met Systox werden uitgevoerd op: 21-V, 31-V, 10-VI, 20-VI, 30-VI, 10-VII, 20-VII, 30-VII, 10-VIII en 20-VIII, voorzover althans de objecten op deze data nog niet waren loofgetrokken. De 7 roodata waren: 28-VI, 5-VII, 12-VII, 19-VII, 26-VII, 2-VIII en omstreeks 29-VIII bij het afrijpen van het gewas.

Aangaande de bladluissituatie ter plaatse van ons proefveld van 1954 dient het volgende te worden vermeld. De perzikbladluizen vlogen reeds van hun winterwaardplanten toen het aardappelgewas boven de grond kwam. Deze voorjaarsmigranten traden niet alleen vroeg op maar tenslotte in veel grotere aantallen dan normaal, in het bijzonder gedurende de laatste week van mei. Het is zonder twiifel hieraan toe te schrijven dat in praktijkpercelen nabij het proefveld reeds in de derde week van juni primair bladrol werd geconstateerd in een mate die ver boven normaal lag. Op het proefveld werden primaire ziektesymptomen wat later geconstateerd en aanvankelijk slechts op beperkte schaal; in beide opzichten bestond er een belangrijk verschil tussen bespoten en niet bespoten veldjes ten gunste van de eerst genoemde. In gele luizenvangbakken, die begin juni waren opgesteld, werden van 19-VI af perzikbladluizen gevangen maar hun aantal bleef aanvankelijk zeer klein. In de eerste dagen van juli begonnen de vangsten toe te nemen; tussen 8-VII en 12-VII vonden zeer omvangrijke vluchten plaats. Daarna liepen de vangsten sterk terug doch gedurende 10 dagen bleef hun omvang zodanig dat rekening moest worden gehouden met de mogelijkheid van vrij belangrijke bladrolinfecties. Na de derde week van juli werden praktisch geen bladluizen meer gevangen. In de niet bespoten veldjes ontwikkelde zich na het talrijk optreden van de voorjaarsmigranten een bladluipopulatie van naar Nederlandse begrippen normale omvang.

Van ieder veldje werd in het voorjaar van 1955 een monster van 100 knollen nageteeld; de resultaten zijn samengevat in de tabellen 5 en 6.

TABEL 5. De invloed van bespuitingen met Systox om de 10 dagen in 1954 op de gezondheidstoestand van de nateelt bij Bintje; % bladrol berekend uit een nacontrole in 1955 van 100 knollen per veldje.

TABLE 5. The influence in 1954 of spraying every 10 days with Systox on the health of the progeny of Bintje; % leafroll calculated from the results in 1955 of a sample of 100 tubers per plot.

datum van looftrekken	bespoten met Systox <i>sprayed with Systox</i>					niet bespoten <i>not sprayed</i>				
<i>date of haulm plucking</i>	in 4 herhalingen <i>in 4 replications</i>				<i>gemiddelde average</i>	in 4 herhalingen <i>in 4 replications</i>				<i>gemiddelde average</i>
28-VI	0	0	0	0	0	3	3	1	0	1,8
5-VII	1	0	0	0	0,3	4	8	1	1	3,5
12-VII	2	0	0	0	0,5	4	2	3	3	3,0
19-VII	1	2	1	2	1,5	7	4	0	3	3,5
26-VII	0	0	0	0	0,0	14	5	6	3	7,0
2-VIII	0	3	1	0	1,0	5	6	19	8	9,5
29-VIII	5	4	3	6	4,5	9	15	8	14	11,5

TABEL 6. De invloed van bespuitingen met Systox om de 10 dagen in 1954 op de gezondheidstoestand van de nateelt bij Furore; % bladrol berekend uit een nacontrole in 1955 van 100 knollen per veldje.

TABLE 6. The influence in 1954 of spraying every 10 days with Systox on the health of the progeny of Furore; % leafroll calculated from the results in 1955 of a sample of 100 tubers per plot.

datum van looftrekken	bespoten met Systox <i>sprayed with Systox</i>					niet bespoten <i>not sprayed</i>				
<i>date of haulm plucking</i>	in 4 herhalingen <i>in 4 replications</i>				<i>gemiddelde average</i>	in 4 herhalingen <i>in 4 replications</i>				<i>gemiddelde average</i>
28-VI	1	1	0	1	0,8	4	6	6	3	4,8
5-VII	2	0	3	2	1,8	1	1	7	2	2,8
12-VII	2	0	3	3	2,0	29	21	15	7	18,0
19-VII	3	2	2	2	2,3	12	5	15	4	9,0
26-VII	3	5	5	2	3,8	11	22	30	16	19,8
2-VIII	1	6	8	3	4,5	11	23	33	33	25,0
29-VIII	11	19	10	28	17,0	21	33	41	26	30,3

Deze cijfers tonen aan dat er op alle rooidata een belangrijk verschil bestond tussen bespoten en niet bespoten objecten wat de gezondheidstoestand van de nateelt betreft, zowel bij Bintje als bij Furore. Dat de nateelt van Furore over de gehele linie meer bladrol vertoont dan die van Bintje kan enerzijds een gevolg zijn van grotere vatbaarheid, doch kan anderzijds ook toegeschreven worden aan het veel groter aantal bladrolzieke knollen in het uitgangsmateriaal.

3.2.3. De proeven van 1955

Deze proeven vormden een herhaling van die in 1954. Wederom werden vergeleken:

- Bintje, om de 10 dagen bespoten met Systox, met 7 rooidata;
- Bintje, niet bespoten, met 7 rooidata;
- Furore, om de 10 dagen bespoten met Systox, met 7 rooidata;
- Furore, niet bespoten, met 7 rooidata.

Het uitpoten van de aardappelen vond plaats op 26-IV; omstreeks 30-V kwamen de planten gelijkmatig boven de grond. Elk der veldjes bestond dit jaar uit 98 planten. De eerste selectie werd uitgevoerd op 15-VI; na een week werden weer enkele secundair zieke planten verwijderd en daarna tot 2-VII nog enige. In totaal bevatte het uitgangsmateriaal van Bintje 4% bladrol, dat van Furore 2%. De bespuitingen met Systox werden uitgevoerd op: 4-VI, 14-VI, 24-VI, 4-VII, 14-VII, 24-VII en 3-VIII, voorzover de objecten op die data nog niet waren loofgetrokken. De data van loof trekken waren de volgende: 4-VII, 9-VII, 15-VII, 21-VII, 27-VII en 2-VIII; Bintje werd bovendien nog rijp geoogst op 18-VIII, terwijl bij Furore rijp rooien omstreeks 1-IX de laatste rooidatum vertegenwoordigde.

De bladluissituatie op ons proefveld van 1955 verschilde zeer sterk met die van het voorgaande jaar. De voorjaarsmigranten van de perzikbladluis traden in 1955 pas laat op en bovendien in geringe aantallen. Gedurende het gehele groeiseizoen bleef de bladluispopulatie in de niet bespoten veldjes op een zeer laag niveau. De eerste gevleugelde perzikbladluis werd in de gele bakken gevangen op 23-VI. In de daarop volgende periode werd nu en dan een perzikbladluis gevangen; een iets grotere vangst werd genoteerd voor 4-VII. Tussen 11-VII en 20-VII namen de vluchten aanzienlijk in omvang toe. In de daarop volgende twee weken

TABEL 7. De invloed van bespuitingen met Systox om de 10 dagen in 1955 op de gezondheidstoestand van de nateelt bij Bintje; % bladrol berekend uit een nacontrole in 1956 van 100 knollen per veldje.

TABLE 7. The influence in 1955 of spraying every 10 days with Systox on the health of the progeny of Bintje; % leafroll calculated from the results in 1956 of a sample of 100 tubers per plot.

datum van loof trekken <i>date of haulm plucking</i>	bespoten met Systox <i>sprayed with Systox</i>			niet bespoten <i>not sprayed</i>		
	in 4 herhalingen <i>in 4 replications</i>			in 4 herhalingen <i>in 4 replications</i>		
			gemiddelde <i>average</i>			gemiddelde <i>average</i>
4-VII	0	0	0	0	3 3 2 0	2,0
9-VII	0	0	0	0	1 0 7 1	2,3
15-VII	0	0	0	0	2 5 3 0	2,5
21-VII	0	1	0	0	2 7 8 1	4,5
27-VII	0	0	0	0	1 2 0 2	1,3
2-VIII	0	1	0	0	3 0 0 8	2,8
18-VIII	0	2	1	1	18 11 3 13	11,3

traden gevleugelde perzikbladluizen nog slechts in geringe aantallen op, daarna in het geheel niet meer.

In 1956 werden van ieder veldje 100 knollen nageteeld; de resultaten zijn samengevat in de tabellen 7 en 8.

TABEL 8. De invloed van bespuitingen met Systox om de 10 dagen in 1955 op de gezondheidstoestand van de nateelt bij Furore; % bladrol berekend uit een nacontrole in 1956 van 100 knollen per veldje.

TABLE 8. *The influence in 1955 of spraying every 10 days with Systox on the health of the progeny of Furore; % leafroll calculated from the results in 1956 of a sample of 100 tubers per plot.*

datum van looftrekken <i>date of haulm plucking</i>	bespoten met Systox <i>sprayed with Systox</i>					niet bespoten <i>not sprayed</i>				
	in 4 herhalingen <i>in 4 replications</i>				gemiddelde <i>average</i>	in 4 herhalingen <i>in 4 replications</i>				gemiddelde <i>average</i>
4-VII	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,3
9-VII	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0,5
15-VII	2	0	0	0	0,5	0	0	0	5	1,3
21-VII	0	0	1	0	0,3	6	5	0	2	3,3
27-VII	2	0	0	0	0,5	8	4	1	3	4,0
2-VIII	0	1	0	2	0,8	12	0	5	3	5,0
1-IX	5	4	4	3	4,0	8	8	3	36	13,8

In deze cijfers is een duidelijke tendens aanwijsbaar dat de nateelt van het met Systox bespoten gewas gezonder is dan die van het niet bespoten gewas. De verschillen tussen de rassen Bintje en Furore zijn, wat het percentage bladrol in de nateelt betreft, in 1955 minder groot dan in 1954. Daar ditmaal het uitgangsmateriaal van Furore in veel geringer mate met bladrol besmet was, wijst de iets hogere besmetting in de nateelt op een grotere vatbaarheid voor bladrol bij Furore, vergeleken met Bintje.

3.2.4. De proeven van 1956

De resultaten van onze proeven in beide voorgaande jaren hadden ons gesterkt in de overtuiging dat de endogene besmetting met bladrolvirus in het begin van het groeiseizoen in hoge mate bepalend is voor de gezondheidstoestand van de nateelt van een pootgoedgewas. Tevens hadden wij ervaren dat bespuiten met Systox genoemde endogene besmetting voor een zeer groot deel kan voorkomen. Uitgaande van de behaalde resultaten achtten wij het mogelijk met behulp van bespuitingen met systemische insecticiden een acceptabele nateelt te verkrijgen van een pootgoedgewas waaruit de secundair zieke planten overdreven laat zouden worden verwijderd, n.l. eerst bij het looftrekken. Getracht werd het gestelde doel te bereiken in een proefgewas Bintje met 5% bladrol in het uitgangsmateriaal. Op grond van Nederlandse ervaringen in de pootgoedteelt viel te verwachten dat een dergelijk gewas, bij zo late selectie en zonder bespuitingen met systemische aphiciden, een nateelt zou opleveren die als pootgoed praktisch onbruikbaar zou zijn. Eenzelfde

proef werd uitgevoerd met het ras Furore; het gebruikte uitgangsmateriaal bevatte tegen verwachting slechts 0,15% bladrol. De knollen werden uitgepoot op 24-IV. Ieder Bintje-veldje bestond uit 91 planten; bij Furore was het plantenaantal 84 per veldje. Het gewas kwam enigszins onregelmatig op in de week tussen 29-V en 4-VI. Vergeleken werden: Bintje, bespoten met Metasystox; Bintje, niet bespoten; Furore, bespoten met Metasystox; Furore, niet bespoten; ieder met 7 data van loof trekken. In verband met de heersende weersomstandigheden werden de bespuitingen iets later aangevangen dan in de bedoeling had gelegen. Zij werden, voor zoverre de veldjes nog niet waren loofgetrokken, uitgevoerd op de volgende data: 8-VI, 18-VI, 28-VI, 9-VII, 19-VII, 30-VII en 10-VIII. De secundair zieke planten zouden met hun knollen onmiddellijk vóór het loof trekken uit het gewas verwijderd worden. Voor het loof trekken waren de volgende data geprojecteerd: 9-VII, 16-VII, 24-VII, 31-VII, 7-VIII, 14-VIII en 31-VIII, maar wegens het hevig optreden van *Phytophthora infestans* werd besloten alle op 20-VII nog groeiende Bintje-veldjes onmiddellijk te selecteren omdat groot gevaar bestond dat de secundair zieke planten bij verdere verbreiding van de *Phytophthora* niet meer als zodanig te kennen zouden zijn. Eenzelfde besluit werd voor de toen nog groeiende Furore-veldjes genomen op 31-VII. Inderdaad breidde de *Phytophthora* zich in zo hevige mate uit, dat alle toen nog resterende Bintje-veldjes op 31-VII werden loofgetrokken omdat het loof vrijwel geheel afgestorven was. Het loof trekken van Furore kon evenwel volgens plan worden uitgevoerd.

Aangaande de bladluissituatie in dit jaar is het volgende vermeldenswaardig. Het optreden van de perzikbladluis gaf in 1956 in het begin van het groeiseizoen geen enkele reden tot bezorgdheid. Tot omstreeks half juni werden in het niet bespoten gewas slechts sporadisch luizen gevonden. In de laatste week van juni viel een snelle toename van het aantal perzikbladluizen te constateren zodat na de eerste week van juli een omvangrijke populatie aanwezig was. De eerste geveleu-

TABEL 9. De invloed van bespuitingen met Metasystox om de 10 dagen in 1956 op de gezondheidstoestand van de nateelt bij uitgestelde selectie van een gewas Bintje; % bladrol berekend uit een nacontrole in 1957 van 100 knollen per veldje.

TABLE 9. The influence in 1956 of spraying every 10 days with Metasystox on the health of the progeny of Bintje in the case of postponed roguing; % leafroll calculated from the results in 1957 of a sample of 100 tubers per plot.

datum van date of		bespoten met Metasystox sprayed with Metasystox			niet bespoten not sprayed		
selecteren loof trekken roguing	haulm plucking	in 4 herhalingen in 4 replications		gemiddelde average	in 4 herhalingen in 4 replications		gemiddelde average
9-VII	9-VII	3	1	3	0	1,8	6 5 18 8 9,3
16-VII	16-VII	1	0	2	0	0,8	20 12 13 6 12,8
20-VII	24-VII	2	5	1	4	3,0	22 25 14 23 21,0
20-VII	31-VII	3	10	5	3	5,3	32 50 27 36 36,3
20-VII	31-VII	2	2	4	7	3,8	38 33 47 20 34,5
20-VII	31-VII	8	2	1	1	3,0	35 26 38 41 35,0
20-VII	31-VII	5	3	3	0	2,8	20 32 39 33 31,0

gelde perzikbladluizen werd in de gele vangbakken gevonden op 28-VI. Tot 6-VII bleven de vangsten beperkt tot enkele perzikbladluizen per dag. In de hierop volgende week bereikten de vangsten een vrij grote omvang en tussen 13-VII en 24-VII vonden grote vluchten plaats. Daarna trad een zeer snelle daling in. In de eerste helft van augustus werden nu en dan nog enkele perzikbladluizen gevangen, daarna in het geheel niet meer.

De gezondheidstoestand van de verkregen nateelt, wederom beoordeeld in monsters ter grootte van 100 knollen per veldje, is weergegeven in de tabellen 9 en 10.

Uit deze cijfers blijkt dat het inderdaad mogelijk is, bij toepassing van een systemisch insecticide, ondanks zeer laat uitvoeren van de selectie een nateelt te

TABEL 10. De invloed van bespuitingen met Metasystox om de 10 dagen in 1956 op de gezondheidstoestand van de nateelt bij uitgestelde selectie van een gewas Furore; % bladrol berekend uit een nacontrole in 1957 van 100 knollen per veldje.

TABLE 10. The influence in 1956 of spraying every 10 days with Metasystox on the health of the progeny of Furore in the case of postponed roguing; % leafroll calculated from the results in 1957 of a sample of 100 tubers per plot.

datum van date of		bespoten met Metasystox <i>sprayed with Metasystox</i>				niet bespoten <i>not sprayed</i>					
selecteren loof- roguing	trekken haulm plucking	in 4 herhalingen <i>in 4 replications</i>				gemiddelde <i>average</i>	in 4 herhalingen <i>in 4 replications</i>				gemiddelde <i>average</i>
9-VII	9-VII	0	0	2	0	0,5	6	4	5	2	4,3
16-VII	16-VII	3	0	0	1	1,0	11	0	23	5	9,8
24-VII	24-VII	0	1	4	0	1,3	8	5	9	24	11,5
31-VII	31-VII	3	5	4	10	5,5	3	15	50	10	19,5
31-VII	7-VIII	17	4	15	8	11,0	8	8	31	13	15,0
31-VII	14-VIII	21	2	13	16	13,0	26	38	16	40	30,0
31-VII	31-VIII	26	0	2	0	7,0	48	29	31	42	37,5

TABEL 11. Opbrengsten (in kg per 400 planten) van wel en niet met Metasystox bespoten aardappelgewassen; bladluizenbezetting bij looftrekken op 24-VII-1956 in niet bespoten veldjes ongeveer 3000 per plant, in bespoten veldjes nihil.

TABLE 11. Yields (in kg per 400 plants) of potato crops sprayed and not sprayed with Metasystox; aphid density at haulm plucking on 24-VII-1956 in not sprayed plots about 3000 per plant, in sprayed plots nil.

Ras/Behandeling Variety/Treatment	Knolgrootte/Tuber size				Totaal Total
	< 28 mm	28-35 mm	35-45 mm	> 45 mm	
Bintje; bespoten 5 × sprayed	3,9	20,4	100,7	60,7	185,7
Bintje; niet bespoten not sprayed	5,6	22,0	106,0	51,9	185,5
Furore; bespoten 5 × sprayed	5,6	28,8	39,0	1,9	75,3
Furore; niet bespoten not sprayed	4,6	22,6	32,7	1,0	60,9

verkrijgen die acceptabel genoemd mag worden, mits tijdig wordt loofgetrokken. Zonder vectorbestrijding blijkt dit echter onmogelijk.

Teneinde nogmaals een indruk te verkrijgen van de zuigschade die wordt veroorzaakt wanneer bladluizen in grote aantallen optreden, werden opbrengstbepalingen verricht van de objecten die op 24-VII waren loofgetrokken. De cijfers, wegens de ongelijke grootte van het plantenaantal bij de Bintje- en Furore-veldjes berekend in kg/400 planten, zijn weergegeven in tabel 11. Bij Bintje bestaan geen verschillen van betekenis, vermoedelijk omdat het gewas noodrijp was geworden door hevige *Phytophthora*-aantasting. Bij Furore, die veel minder door *Phytophthora* was aangetast, ligt de opbrengst van het bespoten gewas over de gehele linie merkbaar hoger dan die van het niet bespoten gewas.

3.2.5. Bespreking van de resultaten

Met de vektorbestrijding in onze proeven van 1954, 1955 en 1956 werden duidelijke positieve resultaten behaald. Op alle data van looftrekken bleek de gezondheidstoestand van de nateelt van de met aphiciden bespoten gewassen beter dan die van de niet bespoten objecten; wij verwijzen naar de tabellen 5, 6, 7, 8, 9 en 10. Het geringe succes bij het te laat beginnen der besputingen in 1952 (tabel 3) vergeleken met de uitslagen van 1954-1956 doen vermoeden dat de dikwijls zeer gunstige resultaten in hoofdzaak kunnen worden toegeschreven aan het uitschakelen van de belangrijke endogene voorjaarsbesmetting, die in de tijdig bespoten gewassen voor een zeer groot deel werd geëlimineerd. Dit geldt vooral voor een jaar als 1954 waarin de voorjaarsmigranten zeer vroeg en talrijk optraden en bovendien zeer omvangrijke zomervluchten plaats hadden. Doch ook een jaar als 1955 met weinig en laat optredende voorjaarsmigranten en kleine zomervluchten vertoont eenzelfde resultaat, al ligt de bladrolbesmetting in 1955 over het geheel dan ook op een veel lager niveau dan in 1954.

In een niet met aphiciden bespoten gewas is het niet mogelijk de endogene en exogene besmetting van elkaar te scheiden. Dit wordt pas mogelijk wanneer men de nateelt van het niet bespoten gewas kan vergelijken met die van een wel bespoten opgegroeid onder dezelfde omstandigheden. De exogene, slechts zeer ten dele te remmen, besmetting blijkt dan dikwijls een betrekkelijk klein deel van de totale. Dat is b.v. het geval bij Bintje in 1954 en 1955 en bij Furore in 1955. Dat de zomervluchten van de perzikbladluis op het eind van de groeiperiode toch soms ernstige bladrolinfecties kunnen veroorzaken blijkt bij Furore in 1954, loofgetrokken op 29-VIII. De nateelt van Bintje op dezelfde datum loofgetrokken is veel minder sterk met bladrol geïnfecteerd; de ziektepercentages van Bintje en Furore verhouden zich ongeveer als 1 : 4. Dezelfde verhouding vinden we terug in de nateelten van Bintje en Furore van de laatste datum van looftrekken in 1955. De verklaring voor deze verhouding moet o.i. vooral worden gezocht in het verschil in besmetbaarheid waarbij gedacht kan worden aan verschil in ouderdomsresistentie doordat de middenvroegrijpe Bintje in het voordeel is vergeleken bij de laatrijpe Furore. Ook in 1956 met zeer grote zomervluchten van de perzik-

bladluis bleek vroeg loof trekken van belang voor de gezondheidstoestand van de nateelt.

De proeven van 1956 accentueren de betekenis van vroegtijdige selectie in gewassen waarin geen vectorbestrijding wordt toegepast. De gewassen die met aphiciden bespoten werden leverden bij zeer lang uitgestelde selectie echter een acceptabele nateelt, die vermoedelijk nog beter zou zijn geweest indien de bespuitingen tijdiger hadden kunnen worden aangevangen. De kwaliteit van de onder deze omstandigheden verkregen nateelt bewijst dat vectorbestrijding met systemische aphiciden in staat is de endogene bladrolbesmetting vrijwel totaal uit te schakelen. Dit aan te tonen was het doel van deze driejarige proeven. De gegevens betreffende de zuigschade die door bladluizen in bepaalde gevallen wordt aangericht (zie tabel 11) tonen aan dat ook in Nederland daardoor een belangrijke opbrengstvermindering kan ontstaan. Bladluisbestrijding is onder dergelijke omstandigheden reeds spoedig economisch verantwoord, nog afgezien van eventueel behaalde voordelen met betrekking tot de gezondheidstoestand van de nateelt.

4. DE BESTRIJDING VAN BLADROLVECTOREN IN DE PRAKTIJK VAN DE POOTGOEDTEELT

4.1. NADER ONDERZOEK OMTRENT ENKELE PRAKTISCHE PROBLEMEN

4.1.1. *Inleiding*

De in het voorgaande besproken veldproeven leerden ons dat door vectorbestrijding met systemische aphiciden in de pootgoedteelt voordelen kunnen worden behaald. Wanneer men de voor niet bespoten gewassen gebruikelijke data van loof trekken handhaaft voor bespoten percelen bestaat het voordeel in een — wat besmetting met bladrolvirus betreft — gezondere nateelt. Wanneer men genoeg neemt met het bij niet-besputten gebruikelijke bladrolpercentage van de nateelt kan men een hogere kg-opbrengst verkrijgen; bespoten gewassen kunnen dan later worden loofgetrokken, afhankelijk van het begin en de omvang van de zomervluchten van de perzikbladluis. Exogene besmetting als gevolg van de zomervluchten kan met aphiciden slechts ten dele worden verhinderd.

In de veldproeven van 1954-1956 werd, om verschillende redenen, met het uitvoeren van de besputtingen en/of de selectie niet steeds zo vroeg begonnen als in de bedoeling had gelegen. Daarom legden wij in 1957 nogmaals een veldproef aan, waarin de besputtingen en de selectie op de gewenste momenten werden uitgevoerd.

In de veldproeven tot 1957 werden de te besputten objecten bijna alle gedurende de gehele groeiperiode om de 10 dagen behandeld met aphiciden; het economische rendement speelde geen rol. In de praktijk van de pootgoedteelt spelen de kosten van de vectorbestrijding echter wel een rol. Daarbij komt dat systemische insecticiden op poot aardappelen in Nederland slechts mogen worden aangewend tot 4 à 6 weken voor de oogst met het oog op de volksgezondheid; grote knolmaten of afgekeurd pootgoed komen n.l. in de consumptie.

Om deze redenen was het van belang na te gaan hoe de pootgoedteler de mogelijkheden van vectorbestrijding met systemische aphiciden het voordeligst zou kunnen benutten. De reeds verworven inzichten voerden ons tot de hypothese dat het pootgoedgewas in ieder geval gedurende de periode van de opkomst tot het beëindigen van de selectie der secundair zieke planten met vectorbestrijdingsmiddelen moet worden beschermd. Onder onze omstandigheden zijn twee besputtingen daarvoor meestal toereikend. Wanneer men ook de exogene en endogene bladrolbesmetting door zomermigranten, voor zover mogelijk, wil uitschakelen dienen de besputtingen hervat te worden kort voor het begin van de zomervluchten van de perzikbladluis (zie ook 3.2.1.). Wanneer op dat moment het gebruik van systemische aphiciden niet meer is toegestaan, wat onder onze omstandigheden

dikwijls het geval zal zijn, kan men gebruik maken van de beperkter mogelijkheden die andere vectorbestrijdingsmiddelen, b.v. parathion, bieden.

De proeven van 1956, waarin de selectie abnormaal laat was uitgevoerd, wierpen voor ons de vraag op welke effecten vroeg, respectievelijk laat selecteren heeft in pootgoedgewassen die wel en niet met systemische aphiciden bespoten worden. Ook dit probleem werd in de veldproeven van 1957 betrokken.

4.1.2. Opzet en uitvoering van de proef

De volgende objecten werden vergeleken:

Groep 1 (datum van looftrekken 4 juli 1957):

- A alleen in het begin van de groeiperiode bespuiten met Metasystox; met selectie.
- B in het begin en op het einde van de groeiperiode bespuiten met Metasystox; met selectie.
- C in het begin van de groeiperiode bespuiten met Metasystox en op het einde met Folidol; met selectie.
- D gedurende de gehele groeiperiode bespuiten met Metasystox; met selectie.
- E gedurende de gehele groeiperiode bespuiten met Metasystox; zonder selectie.
- F niet bespuiten; met selectie.
- G niet bespuiten; zonder selectie.

Groep 2 (datum van looftrekken 18 juli 1957):

A'	behandeling als A		
B'	"	"	B
C'	"	"	C
D'	"	"	D
E'	"	"	E
F'	"	"	F
G'	"	"	G

Ieder der beide groepen van objecten werd in een YOUTEN-square ondergebracht (zie hoofdstuk 2).

Aan de bewaring en voorkiëring van het pootgoed, bij de perceelskeuze, de bemesting, de grondbewerking, het poten en de verzorging werden de hoogste eisen gesteld, evenals bij de beste Nederlandse pootgoedpercelen, waarbij voorwaarde is dat het gewas regelmatig en zeer vroeg opkomt.

De proef werd uitgevoerd met het ras Furore, waarvan uitgangsmateriaal ter beschikking stond dat zo goed als vrij was van bladrol. Door toevoeging van speciaal daarvoor geteeld secundair ziek materiaal werd het percentage bladrol op circa 8% gebracht. Afgaande op de Nederlandse praktijkervaringen kon men niet verwachten dat dit gewas zonder efficiënte vectorbestrijding een nateelt zou geven die aan redelijke eisen zou voldoen.

Het uitpoten van de aardappelen vond plaats op 10-IV, doch ten gevolge van langdurig koud voorjaarsweer kwam het gewas pas omstreeks 25-V boven

de grond. De opkomst was zeer regelmatig. Elk der veldjes bestond uit 80 planten. Bij de te bespuiten objecten werd op 28-V met de vectorbestrijding begonnen. De data van de eerste en volgende bespuitingen zijn, met de daarbij gebruikte middelen, vermeld in tabel 12. Zodra de secundair bladrolzieke planten als zodanig kenbaar werden (dit was het geval op 5-VI) werd met de selectie begonnen. Op 13-VI was dit werk vrijwel voltooid. In de daarop volgende 6 dagen werd sporadisch nog een later kenbaar geworden secundair bladrolzieke plant verwijderd. Juist voor het begin van het looftrekken werden uit de objecten „zonder selectie” de secundair bladrolzieke planten met hun knollen verwijderd. In de laatste week van juni werden in de niet bespoten veldjes reeds verscheidene primair bladrolzieke planten gevonden. Zij werden niet geselecteerd.

TABEL 12. De invloed van bespuitingen met aphiciden in 1957 op de gezondheidstoestand van de nateelt (in 1958) bij Furore¹⁾; % bladrol berekend uit een nacontrole van 100 knollen per veldje.

TABLE 12. The influence of spraying with aphicides in 1957 on the health of the progeny (in 1958) of Furore²⁾; % leafroll calculated from the results of a sample of 100 tubers per plot.

object object	bespoten met/sprayed with METASYSTOX (= ms) of/or FOLIDOL (= fol) op/on					x=met ³⁾ o=zonder selectie x=with ⁴⁾ o=without roguing	datum loof- trekken date of haulm plucking	% bladrol % leafroll in 4 herhalingen in 4 replications				gemiddelde average
	28-V	6-VI	18-VI	28-VI	10-VII							
A	ms	ms	—	—	—	x	4-VII	0	0	0	0	0,0
B	ms	ms	—	ms	—	x	„	0	0	0	0	0,0
C	ms	ms	—	fol	—	x	„	0	1	0	1	0,5
D	ms	ms	ms	ms	—	x	„	0	0	0	2	0,5
E	ms	ms	ms	ms	—	o	„	0	0	0	0	0,0
F	—	—	—	—	—	x	„	2	4	12	19	9,3
G	—	—	—	—	—	o	„	11	16	5	14	11,5
A'	ms	ms	—	—	—	x	18-VII	0	0	0	0	0,0
B'	ms	ms	—	ms	ms	x	„	0	0	0	0	0,0
C'	ms	ms	—	fol	fol	x	„	2	0	0	0	0,5
D'	ms	ms	ms	ms	ms	x	„	0	3	0	0	0,8
E'	ms	ms	ms	ms	ms	o	„	0	0	0	0	0,0
F'	—	—	—	—	—	x	„	7	14	13	0	8,5
G'	—	—	—	—	—	o	„	14	7	9	8	9,5

¹⁾ De uitgeplante knollen bevatten 8% bladrol.

²⁾ The planted tubers held 8% leafroll.

³⁾ „Met selectie” betekent dat de selectie zo spoedig mogelijk na de opkomst van het gewas werd uitgevoerd. „Zonder selectie” betekent dat pas bij het looftrekken de secundair bladrolzieke planten met hun knollen uit het veld werden verwijderd.

⁴⁾ „With roguing” means that roguing was carried out as soon as possible after the coming up of the plants. „Without roguing” means that only just before haulm plucking the tubers of the plants secondarily infected with leafroll, were removed from the field.

Omtrent het optreden van de perzikbladluis kan het volgende worden medegedeeld. Toen het gewas op het proefveld boven de grond kwam traden de voorjaarsmigranten al enige tijd in grote aantallen op. Reeds in het begin van juni werden dagelijks in de gele vangbakken enige perzikbladluizen gevonden. Dit was abnormaal vroeg. Gedurende de gehele maand juni bleven gevleugelde perzikbladluizen optreden. Meestal werden enige tientallen per dag per bak gevangen. Bij minder gunstig vliegweer waren de vangsten uiteraard geringer, maar nooit kleiner dan 3 exemplaren per dag per bak. Deze situatie bleef tot in juli bestaan, doch in de tweede week van deze maand daalden de vangstcijfers snel zodat na half juli nog slechts bij uitzondering gevleugelde perzikbladluizen werden gevangen. Hoewel de zomermigranten dus gedurende vrijwel het gehele groeiseizoen talrijk optraden ontwikkelde zich in de niet bespoten veldjes een populatie van normale omvang vergeleken bij de gemiddelde toestand in een reeks van jaren.

In 1958 werd van ieder veldje een monster van 100 knollen nageteeld en enige malen beoordeeld op het voorkomen van bladrol. De verkregen resultaten zijn samengevat in tabel 12.

4.1.3. Bespreking van de resultaten

Uit de behaalde resultaten blijkt allereerst dat alleen reeds met behulp van de eerste twee Metasystox-besputtingen een nateelt werd verkregen die bruikbaar was als pootgoed. Bovendien is het opvallend dat de nateelt van de bespoten objecten — zie tabel 12 (A) t/m (E) en (A') t/m (E') — aan hoge eisen voldoet ondanks het hoge percentage bladrol (8%) in het uitgangsmateriaal en de grote vatbaarheid van het gebruikte ras (Furore) voor de bladrolziekte.

De latere besputtingen zijn voor de gezondheidstoestand van de nateelt van weinig of geen belang geweest; vergelijk in tabel 12 (A) t/m (E) onderling en (A') t/m (E') onderling. Voortzetting van de vectorbestrijding na het beëindigen van de selectie der secundair bladrolzieke planten was dus niet noodzakelijk. Daar tegenover kan worden opgemerkt dat in het gebied waarin wij onze proef uitvoerden, in 1957 vermoedelijk geen belangrijke zomervluchten van de perzikbladluis van aardappel naar aardappel hebben plaats gehad. In een jaar dat dit wel het geval zou zijn is voortgezette vectorbestrijding nuttig, omdat daardoor de endogene bladrolbesmetting tijdens en na de periode der zomervluchten wordt geëlimineerd. In zulk een jaar is het risico van exogene besmetting echter spoedig reeds zo groot dat de pootgoedteler dient te besluiten tot tijdig loof trekken, waarbij hij de mate waarin zijn gewas ouderdomsresistentie bezit in zijn overwegingen kan betrekken.

De endogene besmetting door de voorjaarsmigranten van de perzikbladluis lijkt ook voor 1957 veruit de voornaamste oorzaak van de bladrolinfectie. De exogene besmetting is ondanks langdurige zomervluchten niet van betekenis geweest. Vermoedelijk speelt de herkomst van de zomermigranten hierbij een rol, want hun aantal was niet zonder betekenis.

Het selecteren heeft in de niet bespoten objecten weinig verbetering gebracht in de gezondheidstoestand van de nateelt; vergelijk in tabel 12 achtereenvolgens

(F) met (G) en (F') met (G'). Blijkbaar vond de virusverbreiding reeds voor het begin van de selectie plaats. In de met *Metasystox* bespoten objecten schijnt zelfs een zeer zwakke tendens aanwezig dat selecteren de gezondheidstoestand van de nateelt enigszins nadelig zou beïnvloeden; vergelijk in tabel 12 (D) met (E) en (D') met (E').

4.2. ENIGE RESULTATEN VAN VECTORBESTRIJDING IN DE PRAKTISCHE PootgoedTEELT IN 1957

De hiervoor beschreven bestrijdingsmethode van bladrolvectoren met systemische insecticiden vond in de praktische pootgoedteelt in Zuidwest-Nederland reeds spoedig toepassing. Dank zij de medewerking van de heer Ir. R. J. KOOPMANS en de betrokken telers konden wij de hierbij in 1957 behaalde resultaten van 82 pootgoedpercelen op 12 stamselectiebedrijven vergelijken. De volgende rassen waren daarbij betrokken: Bintje (60 percelen); Alpha (5); Arran Banner (1); Bevelander (6); Doré (2); Eigenheimer (1); Furore (2); Koopman's Bonte (1); Meerlander (1); Record (1); Rode Eersteling (1) en Wilpo (1). Het ras Bintje werd op alle 12 bedrijven verbouwd. Het gebruikte uitgangsmateriaal bevatte in geen enkel geval meer dan ongeveer 1% bladrol. Niet alle bedrijven pasten vectorbestrijding toe:

op 6 bedrijven werden de gewassen 2 × bespoten met Systox;
 „ 1 bedrijf „ „ „ 4 × „ „ Folidol;
 „ 1 bedrijf „ „ „ 2 × „ „ Folidol;
 „ 4 bedrijven „ „ „ niet bespoten.

TABEL 13. Rangschikking naar het percentage bladrol in de nateelt (in 1958) van 82 pootgoedpercelen op 12 stamselectiebedrijven, in 1957 al dan niet bespoten met aphiciden ter bestrijding van bladrolvectoren.

TABEL 13. *Arrangement according to the percentage of leafroll in the progeny (in 1958) of 82 stock seed potato crops on 12 farms grown in 1957 with and without the assistance of insecticidal control of leafroll virus spread.*

Ras Variety	Behandeling Treatment	% bladrol in de nateelt % leafroll in the progeny							Totaal Total	Gemidd. % bladrol Average % leafroll
		0	0,5	1	1,5-3	3,5-5	5,5-10			
Bintje (60 percelen) (60 plots)	Systox 2 ×	21	11	6	—	—	—	38	0,30 %	
	Folidol 4 ×	—	4	—	—	—	—	4	0,50 %	
	Folidol 2 ×	—	2	3	—	1	—	6	1,45 %	
	niet bespoten not sprayed	1	4	1	1	3	2	12	2,92 %	
								60		
11 andere rassen (22 percelen)	Systox 2 %	14	1	3	1	—	—	19	0,33 %	
	niet bespoten not sprayed	—	—	1	2	—	—	3	2,13 %	
11 other varieties (22 plots)								22		

Het uitpoten van de aardappelen vond plaats in de eerste helft van april, in hoofdzaak tussen 4-IV en 11-IV. De gewassen kwamen boven de grond in de periode tussen 10-V en 25-V. Het feit dat we hier uitsluitend te doen hadden met stamselectiebedrijven impliceert dat aan deze gewassen in alle opzichten de grootst mogelijke zorg werd besteed. De selectie werd in alle gevallen vroegtijdig uitgevoerd. Met de bespuitingen met aphiciden werd kort na de opkomst van de gewassen begonnen in overeenstemming met de gegeven instructies. Zowel van Systox als van Folidol werd bij de eerste bespuitingen 1 liter/ha verspoten. Eén bedrijf gebruikte echter bij de eerste bespuiting een hoeveelheid Systox variërend voor de verschillende gewassen van 0,5-0,8 liter/ha; in de nateelt van dit bedrijf bleek later vergeleken met die van andere meer bladrol voor te komen. De tweede bespuiting met Systox werd uitgevoerd met 0,5-0,6 liter/ha. Bij de tweede (en volgende) bespuitingen met Folidol werd telkens ongeveer 1 liter/ha gebruikt. De Systox-bespuitingen hadden plaats met een tussenruimte van 10-14 dagen; die met Folidol met een tussentijd van 5-8 dagen. Het gebruik van Folidol was niet aan de telers geadviseerd. Zij besloten daartoe eigener beweging o.m. op grond van financiële overwegingen.

Wat betreft het optreden van bladluizen verwijzen wij naar 4.1.2. Op de meeste van de bij onze vergelijking betrokken percelen werd het loof in de eerste week van juli getrokken, op de overige had dit in de tweede week plaats. Van elk der 82 percelen werden tenminste twee monsters van 100 knollen onderworpen aan een nauwgezet onderzoek met behulp van de IGEL-LANGE-toets, een nacontrole-methode, waarbij door middel van microscopisch onderzoek de aanwezigheid van bladrolvirus in de aardappelknol indirect kan worden vastgesteld.

In twijfelgevallen werden extra monsters onderzocht en/of de uit deze toets verkregen resultaten vergeleken met die van in 1958 te velde opgekweekte controle-monsters. Wij achten de aldus verkregen cijfers representatief voor de gezondheids-toestand van de nateelt der 82 percelen. Tabel 13 geeft daarvan een overzicht. Het komt ons voor dat daaruit blijkt dat de bestrijding van bladrolvectoren met aphiciden, in het bijzonder die met Systox, gunstige gevolgen heeft gehad.¹⁾ In Zuid-Oost-Nederland behaalden FRANKEN et al. (1957) eveneens gunstige resultaten in proeven op praktijkschaal in de jaren 1954 en 1955.

¹⁾ Men dient bij gegevens als deze in aanmerking te nemen, dat er positieve correlatie kan zijn tussen bereidheid tot gebruik van aphiciden en zorgvuldigheid van de pootgoedteler. O.i. waren evenwel de gekozen telers wat zorgvuldigheid en vakkennis betreft gelijkwaardig.

5. EEN VERGELIJKING VAN DE BLADROLBESMETTING VAN HET UITGANGSMATERIAAL MET DIE VAN DE NATEELT BIJ VERSCHILLENDE BEHANDELDE POOTGOEDGEWASSEN

5.1. INLEIDING

In de praktijk van de Nederlandse pootgoedteelt werd de aanwezigheid van een verband tussen het aantal zieke planten in het uitgangsmateriaal en de omvang van de bladrolbesmetting van de nateelt vrij algemeen aanvaard. Ook het beoordelingsstelsel voor pootgoedgewassen van de Nederlandsche Algemeene Keuringsdienst (N.A.K.) te Wageningen gaat uit van een bepaald verband.

Bij pootgoedgewassen waarin de bladrolvectoren consequent met systemische insecticiden worden bestreden, kan o.i. het aantal secundair bladrolzieke planten in de nateelt geen verband houden met de gezondheidstoestand van het uitgangsmateriaal. Wij besloten de juistheid van deze stelling in een veldproef te toetsen.

In verband met de schaarste aan arbeidskrachten en de voortdurende stijging van de arbeidslonen werd in de Nederlandse pootgoedteelt gezocht naar een methode van loofvernietiging die het looftrekken-met-de-hand zou kunnen vervangen. Omstreeks 1950 begon de methode van „loofklappen en doodspuiten” ingang te vinden. Daarbij wordt het gewas zo kort mogelijk boven de grond afgesneden met een zodanige apparatuur dat het loof tot kleine stukken wordt geslagen, die de overblijvende stengelstompen niet of nauwelijks meer bedekken. Vervolgens tracht men deze stompen te doden door een intensieve bespuiting met daartoe geschikte preparaten, „doodspuitmiddelen” genaamd. Wij hadden ervaren dat desondanks de overgebleven stengelstompen in veel gevallen nieuwe bladeren vormden en dat fysiologisch jonge planten vatbaarder waren voor infectie met bladrolvirus dan de op dat moment nog normaal doorgroeiende gewassen. Het leek ons gewenst ons in een proef te oriënteren omtrent de omvang van de bladrolbesmetting in pootgoedgewassen waarbij de beschreven methode van loofvernietiging werd toegepast.

Het was de Nederlandse pootgoedtelers reeds lang bekend dat gewassen die in ruime mate stikstof kunnen opnemen en als gevolg daarvan een ongewoon sterke en langdurige loofontwikkeling vertonen, meer dan normaal vatbaar zijn voor bladrolinfectie. Ook naar deze kwestie ging onze bijzondere belangstelling uit.

Wij besloten tot het opzetten van een proef met de volgende objecten:

- A. Een gewas met 0% bladrol in het uitgangsmateriaal; normaal te behandelen.
- B. Een gewas met 5% bladrol in het uitgangsmateriaal; normaal te behandelen.
- C. Een gewas met 10% bladrol in het uitgangsmateriaal; normaal te behandelen.

- D. Een gewas met 5% bladrol in het uitgangsmateriaal; het loof af te maaien eind juni, maar niet met „doodspuitlemmiddelen” te behandelen.
- E. Een gewas met 5% bladrol in het uitgangsmateriaal; de stikstofbemesting dubbel zo groot als de normale; verder normaal te behandelen.

Elk dezer 5 objecten werd wel én niet onderworpen aan bespuiting met Metasystox om de 10 dagen. De aldus te verkrijgen 10 objecten werden elk onderworpen aan 5 data van looftrekken waardoor in totaal 50 objecten ontstonden.

5. 2. OPZET EN UITVOERING VAN DE PROEF

Wij kozen het aardappelras Furore. Uitgangsmateriaal dat vrij was van bladrol bleek niet verkrijgbaar. Wij moesten genoegen nemen met een partij die — naar kort na de opkomst van het gewas bleek — ongeveer 2% bladrolzieke knollen bevatte. Wij beschikten niet over bladrolzieke knollen om het uitgangsmateriaal van de betreffende objecten op het gewenste ziektepercentage te brengen. Wel hadden wij de beschikking over een partij consumptieaardappelen van het ras Furore waarin vermoedelijk een hoog percentage bladrol voorkwam. Volgens een in februari uitgevoerd onderzoek met behulp van de IGEL-LANGE-toets zou deze partij ongeveer 20% bladrol bevatten. Doch achteraf kwam vast te staan dat dit onderzoek niet met de vereiste voorbereiding had plaats gevonden. Immers, na opkomst van het gewas bleek de besmettingsgraad niet ongeveer 20% doch ongeveer 60% te zijn! Een en ander had tot gevolg dat de uitgeplante veldjes niet 0%, 5% of 10% bladrol bevatten doch resp. circa 2%, 17% of 31%.

Bij de uitvoering van de proef is een misverstand ontstaan als gevolg waarvan object D eind juni een extra stikstofgift ter grootte van de normale ontving. Object E ontving niet de voorgenomen overbemesting met stikstof — in de vorm van kalksalpeter — en bleef dus identiek met object B. Overigens werd de proef volgens plan uitgevoerd. In tabel 14 zijn de gegevens omtrent alle objecten volledig opgenomen.

Het proefveld bestond uit 2 series (bespoten en niet bespoten) van 25 objecten in drievoud, die werden ondergebracht in 2 lattice squares.

Ook bij deze proef slaagden wij erin zeer vroege en regelmatig ontwikkelde gewassen te verkrijgen, die een vergelijking met de beste Nederlandse pootgoedpercelen konden doorstaan.

Het uitpoten van de aardappelen vond plaats op 11-IV en 12-IV. Ten gevolge van langdurig koud voorjaarsweer kwamen de proefgewassen eerst omstreeks 25-V boven de grond. Elk der veldjes bestond uit 80 planten. De daarvoor in aanmerking komende veldjes werden met Metasystox bespoten op 28-V, 6-VI, 18-VI, 1-VII, 12-VII, 24-VII, 5-VIII en 17-VIII. Veldjes waarvan het loof reeds was getrokken, werden daarna uiteraard niet meer bespoten. Met de selectie werd begonnen zodra de eerste secundair zieke planten als zodanig kenbaar waren, te weten op 5-VI. Alle objecten werden geselecteerd. Op 13-VI was dit werk nagenoeg voltooid. Hierna werd — tot 19-VI — sporadisch nog een pas later kenbaar geworden secundair zieke plant verwijderd. Van eind juni af waren primair zieke planten in

TABEL 14. Een vergelijking van de secundaire bladrolbesmetting van het uitgangsmateriaal in 1957 met die van de nateelt bij verschillend behandelde pootgoedveldjes van het ras Furore; % bladrol in de nateelt berekend uit een nacontrole in 1958 van 100 knollen per veldje.

TABLE 14. The secondary leafroll infection of the in 1957 planted tubers in comparison with that of their progeny in differently treated seed potato plots of the variety Furore; % leafroll in the progeny calculated from the results in 1958 of a sample of 100 tubers per plot.

Object		% bladrol in uitgangsmateriaal ¹⁾		behandeling van de veldjes ³⁾		% bladrol in de nateelt op verschillende data van looftrekken in 1957 % leafroll in the progeny on different data of haulm plucking in 1957									
Object		% leafroll in planted tubers ²⁾		treatment of the plots ⁴⁾		27-VI		9-VII		22-VII		3-VIII		31-VIII	
						3 herh. 3 repl.	gem. av.	3 herh. 3 repl.	gem. av.	3 herh. 3 repl.	gem. av.	3 herh. 3 repl.	gem. av.	3 herh. 3 repl.	gem. av.
A	2%	ms	—	—	—	0		0		0		0		0	
			—	—	—	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	0,7	1	0,3
			—	—	—	0		0		0		0		0	
B	17%	ms	—	—	—	0		2		0		0		2	
			—	—	—	0	0,0	0	0,7	0	0,0	0	0,0	0	0,7
			—	—	—	0		0		0		0		0	
E	17%	ms	—	—	—	0		0		0		0		0	
			—	—	—	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	1,0
			—	—	—	0		0		0		0		3	
C	31%	ms	—	—	—	0		0		0		0		0	
			—	—	—	1	1,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
			—	—	—	3		0		0		0		0	
D	17%	ms	N	m	—	0		0		0		0		0	
			—	—	—	0	0,0	1	0,7	0	0,0	0	1,0	1	1,3
			—	—	—	0		1		0		3		3	
A'	2%	—	—	—	—	0		2		0		2		0	
			—	—	—	0	0,0	2	4,0	1	1,0	2	1,3	3	1,3
			—	—	—	0		8		2		0		1	
B'	17%	—	—	—	—	3		5		6		18		12	
			—	—	—	2	3,3	27	12,0	0	3,7	4	11,3	26	17,7
			—	—	—	5		4		5		12		15	
E'	17%	—	—	—	—	11		19		4		18		8	
			—	—	—	8	7,3	10	12,0	5	9,0	4	11,0	17	13,0
			—	—	—	3		7		18		11		14	
C'	31%	—	—	—	—	7		0		19		30		17	
			—	—	—	1	3,3	8	2,7	18	13,0	9	14,7	36	21,3
			—	—	—	2		0		2		5		11	
D'	17%	—	N	m	—	2		20		16		33		32	
			—	—	—	16	8,0	19	17,0	21	14,0	12	19,3	25	22,0
			—	—	—	6		12		5		13		9	

¹⁾ De secundair bladrolzieke planten werden in alle veldjes zo spoedig mogelijk na de opkomst van het gewas geselecteerd.

²⁾ In all plots the plants secondarily infected with leafroll were rogued as soon as possible after the coming up of the plants.

³⁾ ms = bespoten met Metasystox om de 10 dagen; N = extra stikstofbemesting; m = loof afge-maaid op 28-VI.

⁴⁾ ms = sprayed with Metasystox every 10 days; N = extra gift of nitrogen; m = haulms mowed on 28-VI.

de niet bespoten veldjes te zien, die echter niet werden geselecteerd. Het afmaaïen van het loof bij de objecten (D) en (D') vond plaats op 28-VI, behalve op de veldjes die reeds op 27-VI waren loofgetrokken.

De bladluissituatie van deze proef was identiek met die van de proef beschreven in 4. 1. 2.; wij verwijzen daarnaar.

Het looftrekken werd uitgevoerd op de volgende data: 27-VI, 9-VII, 22-VII, 3-VIII en 31-VIII. Van elk der 150 veldjes werd in 1958 een monster van 100 knollen nageteeld en enige malen te velde beoordeeld op het voorkomen van secundair bladrol. Voor de verkregen resultaten verwijzen wij naar tabel 14.

5. 3. BESPREKING VAN DE RESULTATEN

Overeenkomstig onze veronderstelling blijkt uit de cijfers van tabel 14 duidelijk dat bij de niet met *Metasystox* bespoten gewassen ondanks zeer vroeg selecteren (vergelijk (A'), (B') en (E') én (C') in tabel 14) een verband aanwezig is tussen het percentage bladrol in het uitgangsmateriaal en in de nateelt. Bij de wel bespoten gewassen ontbreekt dit verband totaal; vergelijk (A), (B) en (E) én (C) in tabel 14.

Bij de niet met *Metasystox* bespoten gewassen blijkt het toedienen van een extra stikstofbemesting én afmaaïen van het loof een ongunstige invloed uit te oefenen op de gezondheidstoestand van de nateelt; vergelijk in tabel 14 (D') met (B') en (E'). Bij de wel bespoten gewassen is een, zij het zeer zwakke, tendens aanwezig dat zulks ook daarbij het geval is; vergelijk (D) met (B) en (E).

6. BESTRIJDING VAN Y-VIRUS-VECTOREN DOOR BESPUITINGEN MET SYSTEMISCHE APHICIDEN

6.1. INLEIDING

Hoewel het hiervoor beschreven onderzoek hoofdzakelijk gericht was op het bladrolvraagstuk werd ook aan Y-virus voortdurend aandacht geschonken. Dit virus trad echter tot aan het jaar 1957 zo weinig frequent op dat het niet verantwoord leek aan de proefuitslagen conclusies daaromtrent te verbinden. In de Nederlandse pootgoedteelt gaf het optreden van Y-virus tot genoemd jaar weinig moeilijkheden. Dank zij het zeer vroeg zichtbaar worden van de secundaire ziektebeelden van de verschillende stammen van het Y-virus kon de selectie vrijwel altijd zo tijdig worden uitgevoerd dat in de pootgoedgewassen zelden primaire infecties op grote schaal optraden. Deze gunstige situatie wijzigde zich echter toen een nieuwe groep virusstammen verwant aan Y-virus (DE BOKX, 1961) zich van Duitsland uit over Europa verbreidde. Deze groep onderscheidt zich van de tot dan toe bekende stammen o.m. ten aanzien van de op tabak veroorzaakte ziektesymptomen (BARTELS, 1958^a; ROSS, 1959). Wij zullen deze groep aan Y-virus verwante stammen hier verder aanduiden als trb-Y-virus (Tabakrippenbräune-Y-Virus). Ze wordt in Nederland vaak aangeduid als „nieuw Y-virus”.

In 1935 werd voor het eerst trb-Y-virus gevonden en wel door SMITH & DENNIS (1940) in Engeland. In vele landen werd zodanig virus nadien aangetroffen (NOBREGA & SILBERSCHMIDT, 1944; ORLANDO & SILBERSCHMIDT, 1945; BAWDEN & KASSANIS, 1947; BODE & VÖLK, 1957; RICHARDSON, 1958; SCHMELZER & KLINKOWSKI, 1958; ROSS, 1959; SILBERSCHMIDT, 1960; TODD, 1961). Het voorkomen van trb-Y-virus werd vastgesteld door middel van serologisch onderzoek (BAGNALL & BRADLEY, 1955; BARTELS, 1958^a, 1959; BERCKX, 1958; BODE, 1959) en door proeven op toetsplanten (SILBERSCHMIDT et al., 1954; SILBERSCHMIDT & ROSTOM, 1955; BODE, 1959).

Het trb-Y-virus kan oorzaak zijn van belangrijke opbrengstderving bij de teelt van consumptieaardappelen (SCHMELZER & KLINKOWSKI, 1958). HAMANN & GOERLITZ (1959) hebben — zelfs bij laat optreden van relatief zwakke ziektesymptomen — oogstdepressies geconstateerd van 34-68%; deze vonden hun oorzaak zowel in een daling van het aantal gevormde knollen als in een afname van de knolgrootte. Omstreeks 15 juli 1958 verrichtten wij enige oriënterende proefrooiingen bij het ras Bintje in nog niet rijpe consumptiepercelen. De grootste-orde van de opbrengstderving bij secundair trb-Y-viruszieke planten beliep op dat moment 10-15%, terwijl planten die leden aan een secundaire besmetting met van ouds bekende stammen van het Y-virus een opbrengstvermindering vertoonden in de orde van 40-50%. Op latere rooidata zouden de opbrengstverliezen

ongetwijfeld aanzienlijk groter zijn geweest omdat Y-viruszieke planten in het algemeen vroeger — en onder hete, droge weersomstandigheden zelfs veel vroeger — afsterven dan gezonde planten. Ook HAMANN & GOERLITZ (1959) hebben dit waargenomen, evenals HEATHCOTE & BROADBENT (1961).

Tussen de diverse aardappelrassen bestaan belangrijke verschillen wat betreft de vatbaarheid voor virusziekten. Dit geldt o.m. voor het Y-virus in het algemeen en eveneens voor het trb-Y-virus (ARENZ, 1956; ARENZ & HUNIUS, 1958; BODE et al., 1958; BODE, 1959, 1961; NIENHAUS, 1961). Als gevolg van belangrijke verschillen in resistentie tegen trb-Y-virus hebben zich in het sortiment van aardappelrassen in Duitsland (PIELEN, 1958) en in Zwitserland (KELLER, 1958) reeds grote verschuivingen voorgedaan. Het kweken van rassen resistent tegen trb-Y-virus kan een belangrijke bijdrage leveren tot de oplossing van de problemen waarvoor de aardappelteelt in vele Europese landen gesteld is (WIERSMA, 1959, 1961; ROSS, 1960).

Een belangrijk deel van de ernstige problemen rondom het trb-Y-virus vindt zijn oorzaak in de grote variatiebreedte van de ziektesymptomen en het vaker pas laat optreden daarvan (BARTELS, 1959; BODE, 1959; ROSS, 1959; ROZENDAAL, 1959, 1960; LEMKE, 1960).

6.2. BLADLUIZEN EN Y-VIRUS

Reeds eerder werden onderzoeken verricht omtrent de overbrenging van het non-persistente Y-virus onder natuurlijke omstandigheden (VÖLK, 1959^a), doch gedurende het laatste decennium is het inzicht in dit vraagstuk nog belangrijk verdiept.

Hoewel het allerm minst is uitgesloten dat ook andere planten als besmettingsbron fungeren (DE BOKX, 1961), is het trb-Y-virus in vele landen zo sterk verbreid in de aardappelgewassen dat deze moeten worden beschouwd als veruit het belangrijkste smetstofreservoir (BAGNALL, 1953; SCHMELZER & KLINKOWSKI, 1958).

Langs mechanische weg laat Y-virus zich gemakkelijk overbrengen (WIERSMA, 1959, 1961; ROSS, 1960). VÖLK (1959^a) heeft vastgesteld dat overbrenging van trb-Y-virus kan plaats vinden wanneer bladeren van zieke planten in aanraking komen met die van gezonde, doch hij durft geen oordeel uitspreken over de omvang van deze wijze van besmetting in de praktische aardappelteelt. Ook ROZENDAAL (1960) wijst op overgang van trb-Y-virus door contact tussen gezonde en zieke planten, die in zijn kasproeven tot stand kwam. Omtrent deze wijze van overbrenging te velde is hij van oordeel dat ze van minder betekenis is dan bij X-virus en S-virus. De overbrenging van Y-virus door bladluizen is evenwel zonder twijfel de belangrijkste oorzaak van de besmetting van gezonde planten.

Gedurende geruime tijd werden bladluisoorten die aardappel koloniseren beschouwd als de voornaamste overbrengers van Y-virus (GABRIEL, 1958; VÖLK, 1959^a; BROADBENT et al., 1960). BROADBENT (1948; 1950) meende reeds dat bladluizen die een gewas niet koloniseren, enigszins zouden kunnen bijdragen tot het verspreiden van virussen binnen dat gewas. KENNEDY (1950), SYLVESTER (1956) en HILLE RIS LAMBERS (1960) zijn van mening dat die bladluizen de belangrijkste overbrengers zijn van een non-persistent virus die op de waardplant proefprikken

zonder zich daarop te vestigen. Dit houdt verband met het verminderen van de kans op met non-persistent virus besmet raken bij verlenging van de zuigduur (zie BRADLEY, 1954^b). Volgens HILLE RIS LAMBERS (mondelinge mededeling) moet daarom voor Nederland o.m. de zeer talrijke *Aphis fabae* SCOP. worden verdacht als een zeer belangrijke vektor van Y-virus in aardappel.

BAWDEN & KASSANIS (1947) hebben vastgesteld dat er tussen diverse bladluissoorten belangrijke verschillen bestaan in het vermogen Y-virus over te brengen. BRADLEY & RIDEOUT (1953) vonden verschillen tussen vektoren wat betreft:

1. de neiging in een blad te steken na een periode van vasten;
2. de kans op infectie gedurende een punctie;
3. de tijdsduur van het infectief blijven;
4. het aantal achtereenvolgende malen dat infectie tot stand komt.

Zij achten het mogelijk dat de gevonden verschillen in vermogen Y-virus over te brengen voor een groot deel hun oorzaak vinden in de wijze waarop de stiletten in het blad binnendringen: intercellulair dan wel intracellulair. Behalve de soort is ook de activiteit van de optredende bladluizen van even groot belang voor de overbrenging van Y-virus als hun aantal (KENNEDY, 1950; BAGNALL, 1953), VÖLK (1959^a) vond bij enige stammen van trb-Y-virus onderlinge verschillen ten aanzien van het percentage geslaagde overbrenging door bladluizen.

BRADLEY (1954^a) vond in zijn proeven dat perzikbladluizen besmet geraakten als zij met haar stiletten in de epidermis van Y-virus-zieke bladeren staken. Overbrenging van Y-virus mislukte bijna altijd wanneer de luizen dieper in het blad hadden gestoken. Later vond BRADLEY (1956) dat perzikbladluizen moeilijker met Y-virus besmet geraakten naarmate de stiletten bij de poging tot voeden dieper in het blad doordrongen. Daarbij stelde hij vast dat de dieper gelegen cellagen niet minder Y-virus bevatten. VAN HOOFF (1958) vond dat de virusopname uit de epidermis meestal, of misschien zelfs steeds, plaats vindt uit de celwanden. Hij vermeldt dat reeds enige onderzoekers voor hem het intercellulair zuigen van bladluizen hadden aangetoond.

BRADLEY & GANONG (1955^{a, b}) maakten aannemelijk dat perzikbladluizen Y-virus overbrengen door middel van de top van de stiletten, een conclusie die zij later (B. & G., 1957) ook voor drie andere virussen trokken. VAN HOOFF (1958) vond weerhaakachtige chitinelijsten aan de top van de stiletten en vermoedt dat vond weerhaakachtige chitinelijsten aan de top van de stiletten en vermoedt dat bladluizen met behulp daarvan virus vervoeren. KENNEDY (1951) en VAN HOOFF (1958) zijn de mening toegedaan dat de vector non-persistente virussen niet louter mechanisch overbrengt, doch bewijzen voor de juistheid van deze opvatting zijn nog niet geleverd.

BRADLEY (1954^b) vond in zijn proeven dat perzikbladluizen het gemakkelijkst met Y-virus besmet geraakten bij een opnamezuigtijd van 11-60 seconden, hoewel het in mindere mate ook gelukte na 5 seconden zuigen. Naarmate de luizen langer zogen dan 1 minuut daalde het aantal infecties en na 20 minuten zuigen bleken de bladluizen in het geheel niet meer met Y-virus besmet te zijn. VAN HOOFF (1958) verkreeg de beste overbrenging van non-persistente virussen met opnamezuigtijden van 15 seconden. De resultaten die VÖLK (1959^a) in zijn proeven behaalde bij de

overbrenging van trb-Y-virus stemmen zeer goed overeen met die van BRADLEY en VAN HOOF. Dat non-persistente virussen het best worden overgebracht bij kort en ondiep steken van de daarbij betrokken bladluizen is nog niet afdoende verklaard. SYLVESTER (1956) en VAN HOOF (1958) achten het mogelijk dat bij de overdracht van non-persistente virussen het speeksel van bladluizen een rol speelt. Het is niet uitgesloten dat in het speeksel aanwezige fermenten (SCHMIDT, 1961) hierbij van invloed zijn.

BRADLEY & RIDEOUT (1953) hebben vastgesteld dat de perzikbladluis en een drietal andere bladluissoorten slechts enkele minuten nodig hebben om Y-virus over te brengen. Op White Burley-tabak slaagde de overbrenging door perzikbladluizen goed bij infectiezuigtijden van 5-15 seconden. Het hoogste percentage geslaagde infecties lag bij alle vier soorten bladluizen bij infectiezuigtijden van 16-60 seconden. Uit proeven van VÖLK (1959^a) bleek dat de kans op infectie kleiner wordt naarmate de luis voordien meermalen in plantenweefsel gestoken heeft. Ook de temperatuur speelt een rol, want bij 20°C kreeg hij 4 × zo veel infecties als bij 10°C.

Volgens BRADLEY (1954^b) blijft *Myzus persicae* meestal slechts korte tijd (ten hoogste enkele uren) besmet met Y-virus; lang wanneer de luis niet prikt, kort wanneer ze wel hetzij in plantenweefsel hetzij in een membraan prikt. Vectoren die in planten prikken zijn veelal na enkele minuten niet meer in staat non-persistente virussen over te brengen (SYLVESTER, 1956; BRADLEY, 1959). BRADLEY (1954^b) vond dat het infectievermogen van perzikluis bij 35°C sneller verloren gaat dan bij 2°C.

Over de tijd die verloopt tussen infectie van een aardappelplant met Y-virus en het verschijnen van primaire ziektesymptomen in het loof is weinig gepubliceerd. ARENZ & HUNNIUS (1958) vonden een periode van 15-24 dagen (soms tot 31 dagen) voor de van ouds bekende stammen van het Y-virus. VÖLK (1959^{a, b}) vond voor trb-Y-virus op Samsun-tabak 11-14 dagen, afhankelijk van de temperatuur in de kas waarin hij de proeven uitvoerde. Praktijkervaringen in de Nederlandse pootgoedteelt wijzen voor de van ouds bekende Y-virusstammen op een tijdsduur van 3-6 weken in het veld. Soortgelijke ervaringen in de warme, droge zomer van 1959 opgedaan duiden op een tijdsverloop van ± 6 weken voor stammen van het trb-Y-type.

Over de tijd die het Y-virus te velde nodig heeft om na primaire infectie van het loof de knollen te bereiken is nog niet zo veel bekend. BEEMSTER (schriftelijke mededeling) rekent met een tijdsverloop van 8-9 dagen. Bij jonge planten in kasproeven bleek het virus de knollen aanmerkelijk eerder te bereiken (BEEMSTER, 1961^a). Onze praktijkervaringen in de warme zomer van 1959 wijzen voor dat jaar op een periode van ± 12 dagen. BARTELS (1959) vond dat bij primaire infectie van een plant met trb-Y-virus niet alle knollen van één stengel besmet raken en dat soms van een besmette knol bepaalde ogen nog gezond zijn; wat in overeenstemming is met onze praktijkervaringen. BEEMSTER (1961^a) verkreeg gelijke resultaten in proeven met één der van ouds bekende stammen van het Y-virus.

BEEMSTER (1961^{a, b}) heeft een duidelijke ouderdomsresistentie vastgesteld

bij de van ouds bekende stammen van het Y-virus. Hij vond geen ouderdoms-resistentie met betrekking tot het trb-Y-virus (BEEMSTER, 1961^b).

BARTELS (1958^b) heeft gevonden dat in een jonge plant de onderste bladeren aan de plant de hoogste concentratie aan trb-Y-virus bezitten. Bij het ouder worden van de plant verschuift de maximale concentratie naar hoger aan de stengel geplaatste bladeren; ten tijde van de bloei ligt die in de topbladeren. Tijdens de afrijping daalt de virusconcentratie in de gehele plant.

HILLE RIS LAMBERS (mondelinge mededeling) is van mening dat bladluizen bij zonnig, warm weer het gemakkelijkst Y-virus overbrengen omdat zij onder die omstandigheden vele korte bezoeken aan planten brengen en daarbij proefprikken. De overbrenging van bladrolvirus, waarvoor veel langere zuigtijden nodig zijn, vindt daarentegen het best plaats bij koel weer en in de nacht. VÖLK (1961) heeft een onderzoek ingesteld naar de invloed van de temperatuur op de overbrenging van Y-virus door een viertal bladluisspecies. Bij constante temperaturen op verschillende niveaus (12 en 20° C) slaagden de infecties beter dan bij sterk wisselende temperaturen. Boven 25-28° C namen de infectiekansen in het algemeen belangrijk af.

NEITZEL & MÜLLER (1959) en ROZENDAAL (1960) wijzen op het feit dat perzikbladluizen de buitenste twee tot drie plantenrijen van aardappelpercelen veel sterker met bladrol-, A- en Y-virus besmetten dan de meer binnenwaarts gelegen rijen. NEITZEL & MÜLLER verklaren dit verschijnsel aan de hand van hun proefresultaten uit de vlieggewoonten van de bladluizen, die veelal laag boven de grond vliegen. In een gesloten gewas blijven de luizen voor een belangrijk deel in de randrijen, doch in een open gewas dringen zij gemakkelijk verder naar binnen. Dit stemt uitstekend overeen met Nederlandse praktijkervaringen die leren dat open gewassen in het algemeen teleurstellen wat betreft de gezondheid van hun nateelt.

6.3. DE INVLOED VAN BESPUITINGEN MET SYSTEMISCHE APHICIDEN OP DE VERSPREIDING VAN Y-VIRUS

6.3.1. Inleiding

Bespuiten van een aardappelgewas met systemische aphiciden lijkt met betrekking tot de verspreiding van Y-virus weinig perspectief te bieden. De virusopname en -afgifte door proefprikken der gevleugelde bladluizen vindt zo snel plaats dat het opnemen van een systemisch insecticide tegelijk met het opnemen van het Y-virus het overbrengen van het virus nauwelijks kan storen. Slechts een in weinige seconden dodend aphicide zou het overbrengen van virus kunnen beïnvloeden.

De resultaten van onze proeven in de jaren 1951-1956 leverden soms zwakke aanwijzingen op dat ook met Systox en Metasystox de verspreiding van Y-virus enigermate kon worden tegengegaan, hetgeen ons leidde tot de volgende beschouwing. Door bespuiten van een gewas met aphiciden elimineert men de endogene overbrenging van Y-virus door ongevleugelden, die óók virus kunnen overbrengen,

vrijwel totaal; de endogene besmetting door gevleugelden wordt ook voor een deel uitgeschakeld omdat hun leven wordt bekort; de exogene besmetting wordt verminderd in de mate dat in het gewas gearriveerde gevleugelde bladluizen worden geëlimineerd op een moment dat zij nog tot afgifte van Y-virus in staat zijn. De resultaten van bespuitingen met aphiciden ten aanzien van de verspreiding van Y-virus in een gewas zullen grotendeels worden bepaald door het aandeel van ieder van de drie hier genoemde besmettingscomponenten in het totaal van de infectie met Y-virus. De invloed van elk der genoemde componenten op de infectie met Y-virus van het te oogsten pootgoed kan slechts geschat doch niet gemeten worden.

De omvang van de Y-virusbesmetting is behalve van de vatbaarheid van de planten en het aantal en de activiteit van de optredende bladluizen zeker ook afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid smetstofbronnen. Praktijkervaringen opgedaan in de Nederlandse pootgoedteelt wijzen o.i. sterk op de grote betekenis van in het gewas aanwezige smetstofbronnen voor de uiteindelijke omvang van de Y-virusbesmetting. Ook BAGNALL (1953) en HEATHCOTE & BROADBENT (1961) hebben daarop de aandacht gevestigd.

In de praktijk van de pootgoedteelt is talloze malen gebleken dat gewassen waarvan het uitgangsmateriaal meer dan sporadisch met trb-Y-virus is besmet, veelal grote teleurstellingen met betrekking tot de gezondheidstoestand van de nateelt opleveren. De activiteit van ongevleugelde bladluizen in deze gewassen draagt daartoe o.i. in belangrijke mate bij. Door het werk van KENNEDY (1950), SYLVESTER (1956) en HILLE RIS LAMBERS (1960) is de aandacht zo sterk gevestigd op de grote rol van gevleugelde al dan niet-aardappelluizen bij de overbrenging van Y-virus dat sommigen thans geneigd schijnen tot het onderschatten van de rol van ongevleugelde aardappelluizen in het gewas zoals b.v. BROADBENT (1957). Op grond van nauwkeurige waarnemingen betreffende het optreden van primair Y-virus in praktijkpercelen menen wij hier met nadruk te moeten wijzen op het belangrijke aandeel van ongevleugelden in de endogene verspreiding van trb-Y-virus. Ook door het selecteren kunnen ongevleugelde virusdragers in het gewas worden verspreid — een belangrijke oorzaak van „nestvorming” van primair Y-virus —, speciaal omdat het dikwijls onmogelijk is de desbetreffende secundair zieke planten vroegtijdig te selecteren wegens het laat verschijnen van de vaak zwakke ziektesymptomen. Terecht stelt o.i. ROZENDAAL (1960) daarom dat „het niet verantwoord lijkt bij aanwezigheid van bladluizen de selectie niet wat veiliger te stellen door middel van een bespuiting” (bedoeld wordt: een bespuiting met systemische middelen). BROADBENT et al. (1956, 1957^a, 1958, 1960) behaalden meermaals voordeel bij het tegengaan van de verspreiding van Y-virus door bespuitingen met systemische aphiciden en DDT. GERSDORF (1960) verwacht van bespuitingen met aphiciden met betrekking tot de verspreiding van Y-virus alleen voordeel wanneer in een groot, Y-virusvrij gebied alle aardappelgewassen — dus ook de consumptiepercelen — met aphiciden bespoten worden. Terecht wijst GIESECKE (1960) op de vele en grote problemen, die aan het instellen van dergelijke gebieden voor de pootgoedteelt („geschlossene Anbaugebiete”) verbonden zijn.

Bij het onderzoek naar de mogelijkheden, de verspreiding van Y-virus door toepassing van systemische aphiciden te verminderen, wordt dikwijls de vraag gesteld of deze aphiciden de bladluizen niet zodanig irriteren dat zij actiever worden en daardoor meer virusinfecties tot stand brengen. Wij bespraken dit probleem reeds eerder (zie 1.6.) en zijn van mening dat dit noch bewezen noch aannemelijk gemaakt is. HILLE RIS LAMBERS (mondelinge mededeling) is de mening toegedaan dat zo in met aphiciden bespoten gewassen al meer Y-virusoverbrenging zou plaats vinden het verschil vergeleken bij een niet-bespoten gewas in elk geval niet groot is. Men dient evenwel te bedenken dat een bladluis sneller het vermogen tot afgifte van Y-virus verliest (zie 6.2.) naarmate zij vaker in een plant gestoken heeft. Zelfs wanneer een bladluis tengevolge van het bespuiten van een gewas vaker zou steken dan mag daaruit niet zonder meer worden afgeleid dat deze luis ook meer Y-virusinfecties tot stand zou brengen.

6.3.2. *De veldproef van 1957*

De nateelt van de proef beschreven in hoofdstuk 5 werd behalve op het voorkomen van bladrol ook beoordeeld op de aanwezigheid van Y-virus: zie tabel 15. Bij de selectie in 1957 was gebleken dat het uitgangsmateriaal vrij was van Y-virus. Het Y-virus aanwezig in de nateelt kon op het moment van beoordeling in 1958 slechts een gevolg zijn van exogene besmetting in 1957 gevolgd door endogene verspreiding van het virus in laatstgenoemd jaar.

6.3.3. *Bespreking van de resultaten*

Uit de cijfers van tabel 15 blijkt dat in de nateelt van de bespoten veldjes over het algemeen minder Y-virus voorkwam dan in die van de niet bespoten veldjes. Er is dus geen aanwijzing voor een sterker optreden van Y-virus in de bespoten veldjes zoals wel is verondersteld door hen die menen dat systemische aphiciden bladluizen aanzetten tot veelvuldiger steken in het blad.

Dat in de nateelt van bespoten veldjes minder Y-virus voorkwam dan in die van onbehandelde kan worden verklaard uit:

1. de vermindering van de endogene besmetting door virusvrij van elders gearriveerde gevleugelde bladluizen;
2. het uitschakelen van de endogene besmetting door ongevleugelde en in het gewas geboren gevleugelde bladluizen.

De verschillen in Y-virusbesmetting tussen de bespoten en niet-bespoten veldjes waren in 1957 groter naarmate het looftrekken op een latere datum plaats vond. Aangezien na 20 juli in dat jaar vrijwel geen zomervluchten van bladluizen meer optraden dienen deze verschillen o.i. vooral te worden toegeschreven aan het — met behulp van aphiciden — elimineren van de endogene besmetting door in het gewas geboren luizen.

Wij menen uit talrijke observaties in de praktijk van de Nederlandse poot-aardappelteelt omtrent de nestvorming van primair trb-Y-virus te kunnen afleiden dat in het veld geboren bladluizen in belangrijke mate daartoe kunnen bijdragen.

TABEL 15. De invloed van bespuitingen met Metasystox om de 10 dagen in 1957 op de verspreiding van Y-virus in een gewas Furore, waarbij het uitgangsmateriaal vrij was van Y-virus; van ieder veldje werd een controle-monster van 100 knollen in 1958 te velde nageeteeld.

TABLE 15. The influence in 1957 of spraying every 10 days with Metasystox on the spread of virus Y in a seed potato crop of the variety Furore grown from tubers free from virus Y; a sample of 100 tubers per plot was grown to examine the health of the progeny in 1958

Object ¹⁾ (3 herh.) Object ²⁾ (3 repl.)	Behandeling Treatment	% Y-virus in een monster van 100 knollen per veldje op verschillende data van loofstreken % virus Y in a sample of 100 tubers per plot on different data of haulm plucking				
		27-VI	9-VII	22-VII	3-VIII	31-VIII
A	bespoten/sprayed	2	2	10	11	2
"	" "	0	0	0	2	1
"	" "	0	0	0	2	6
B	" "	0	1	6	10	16
"	" "	3	0	5	3	8
"	" "	1	6	3	6	8
E	" "	0	3	5	5	9
"	" "	0	7	4	3	18
"	" "	0	5	4	0	0
C	" "	0	0	9	14	10
"	" "	2	2	13	8	3
"	" "	4	3	0	1	5
D	" "	0	3	8	10	20
"	" "	1	11	3	5	11
"	" "	0	3	3	10	1
Totaal aantal Y-viruszieke planten in 1500 planten van de nateelt. Total amount of plants infected with virus Y in 1500 plants of the progeny.		—	—	—	—	—
		13	46	73	90	118
A'	niet bespoten/not sprayed	0	0	0	6	3
"	" " " "	0	1	1	1	0
"	" " " "	0	1	5	1	9
B'	" " " "	0	1	4	13	6
"	" " " "	2	0	1	3	5
"	" " " "	2	3	21	20	17
E'	" " " "	1	3	3	14	3
"	" " " "	0	3	4	1	7
"	" " " "	2	14	21	20	15
C'	" " " "	0	3	6	4	21
"	" " " "	0	7	9	9	16
"	" " " "	1	0	22	17	63
D'	" " " "	1	1	7	2	1
"	" " " "	2	5	3	11	10
"	" " " "	1	14	3	16	54
Totaal aantal Y-viruszieke planten in 1500 planten van de nateelt. Total amount of plants infected with virus Y in 1500 plants of the progeny.		—	—	—	—	—
		12	56	110	138	230

¹⁾ De hier aangeduide objecten zijn die van tabel 14.

²⁾ The objects indicated here are those of table 14.

Hun bijdrage tot de besmetting kan door het gebruik van aphiciden in elk geval worden uitgeschakeld. Dit lijkt vooral van belang wanneer in een gewas reeds bij de opkomst trb-Y-viruszieke planten voorkomen, die als zodanig dikwijls pas veel later te onderkennen zijn. Deze planten leveren voor de gezondheidstoestand van het gewas een groot gevaar op omdat zij alvorens herkenning en dus selectie mogelijk is geruime tijd als smetstofbron fungeren bij de endogene verspreiding van trb-Y-virus.

7. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

In de algemene inleiding wordt het gevaar geschetst dat de bladrolziekte voor de aardappelteelt oplevert. Preventieve maatregelen tegen de vector (*Myzus persicae* SULZ.) hebben weinig resultaat gehad, evenmin als repressieve waarbij nicotine werd gebruikt. DDT gaf soms goede resultaten. Doelstelling van ons onderzoek was vooral de verspreiding van bladrolvirus in aardappel tegen te gaan door vectorbestrijding met systemische aphiciden.

In hoofdstuk 1 belichten wij enige facetten van de bladrolziekte alsmede van de levenscyclus en het gedrag van de perzikbladluis. De relaties tussen virus, vector en plant worden besproken.

In hoofdstuk 2 geven wij een overzicht van de opzet en methodiek van de veldproeven die in de jaren 1951-1957 werden uitgevoerd.

In hoofdstuk 3 zijn de resultaten weergegeven van de proeven ter bestrijding van bladrolvectoren uit de jaren 1951-1956. Bij de infectie van de plant met virus wordt onderscheid gemaakt tussen endogene besmetting, waarbij zieke planten binnen het veld als smetstofbron fungeren, en exogene besmetting, waarbij de smetstof van buitenaf in het gewas wordt gebracht. De proefresultaten wijzen uit dat vectorbestrijding met systemische aphiciden in staat is de endogene bladrolbesmetting vrijwel te elimineren. Ondanks zeer laat uitvoeren van de selectie bleek het mogelijk met behulp van vectorbestrijding een nateelt te verkrijgen met een acceptabele gezondheidstoestand.

Hoofdstuk 4 bevat de resultaten van een proef waarin werd nagegaan hoe de pootgoedteler de mogelijkheden van vectorbestrijding het voordeligst zou kunnen benutten. Daaruit blijkt dat de eerste twee bespuitingen na de opkomst van het gewas van doorslaggevende betekenis zijn. De gunstige resultaten met vectorbestrijding in de praktijk van de pootgoedteelt op een 12-tal stamselectiebedrijven verkregen, worden besproken.

Uit de proeven waarvan de resultaten in hoofdstuk 5 zijn vermeld blijkt dat er bij gewassen die niet met systemische insecticiden werden bespoten, een positieve correlatie bestaat tussen het percentage bladrol in het uitgangsmateriaal en dat in de nateelt. Bij wel bespoten gewassen ontbreekt deze correlatie.

In hoofdstuk 6 is een korte beschouwing gegeven omtrent het „Tabakrippen-bräune Y-Virus” dat zich de laatste jaren van Duitsland uit over Europa heeft verspreid. De overbrenging van Y-virus, sterk verschillend met die van bladrolvirus, wordt besproken. De mogelijkheden van vectorbestrijding ten aanzien van de verspreiding van Y-virus worden nagegaan. Uit de resultaten van een veldproef blijkt dat in de nateelt van bespoten veldjes minder Y-virus voorkwam dan in die van niet-bespoten veldjes. De vermindering dient vooral te worden toegeschreven aan het elimineren van de endogene besmetting door in het veld geboren

— ongevleugelde en gevleugelde — bladluizen die voor de verspreiding van Y-virus geenszins onbelangrijk zijn. Op de vraag of aphiciden de bladluizen aanvankelijk misschien zodanig irriteren dat deze actiever worden en daardoor meer infecties tot stand brengen, geeft de uitslag van deze proef een negatief antwoord.

Vectorbestrijding met systemische insecticiden biedt zonder twijfel ook bij andere — vegetatief vermeerderde — gewassen gunstige perspectieven met betrekking tot het tegengaan van virusoverdracht.

SUMMARY ¹⁾

Introduction

About 1951 leaf roll was still the most important virus disease in the Netherlands potato culture. The "Tabakrippenbräune Y-Virus", also called "new-virus Y", for the first time occurred on a large scale in 1959. Leaf roll disease may be the cause of considerable yield depressions. In view of the fact that the breeding of resistant and insusceptible varieties has not yet produced useful results for putting into practice, the fight against this virus disease was mainly conducted with phytohygienic measures. Preventive measures taken against the vector (*Myzus persicae* SULZ.), such as the eradication of the winter host plants, promise very little result, also because aphids can cover long distances through the air. Repressive measures taken against the vector initially had no success either, because the then available insecticide, i.e. nicotine, failed. Under certain conditions an intensive spraying of the potato crops with DDT produced positive results, which f.e. has been the case in Maine (U.S.A.) and in England. When new insecticides, i.e. organic phosphorus compounds with obvious systemic activity, became available, the chemical vector control offered new perspectives. The main object of our research has been to check the spread of the leaf roll virus in potato crops by vector control with systemic aphicides.

1. Some aspects of potato leaf roll and its vector *Myzus persicae* SULZ.

On the basis of data from the extensive literature some aspects of the epidemiology of leaf roll and its vector *Myzus persicae* are briefly discussed.

Leaf roll is a virus disease of which *Myzus persicae* is by far the most important vector. The old degeneration theory has practically been abandoned.

In addition to potato plants infected with leaf roll virus, certain wild growing plants, f.e. *Solanum dulcamara* L., may act as a source of infection. Besides, certain cultivated plants, f.e. *Brassica* species, are not entirely beyond suspicion in this respect. A further investigation of this problem is very desirable.

The primary host plants on which *Myzus persicae* hibernates as eggs are *Prunus persica* STOKES, *Prunus serotina* EHRHART and *Prunus nigra* AIT.; the latter does not occur in the Netherlands, however. Hibernation of colonies of live aphids on *Brassica* plants and beet seed crops is possible under certain conditions. Winged aphids from these colonies differ in structure from alatae coming from spring colonies on the primary host plants.

¹⁾ The author is greatly indebted to Miss F. M. VAN DER WOLF and to Mr. D. HILLE RIS LAMBERS for much help in the preparation of the English text.

On the winter host plants in spring alatae are produced which, under favourable weather conditions fly a.o. to potato and are an important factor in the spread of leaf roll virus. These alatae may be transported over great distances. They may acquire the virus from secondarily infected potato plants which occur in the crop. With the aid of systemic insecticides they can be killed before they can infect healthy potato plants with leaf roll virus. The spring migrants for some time fly from plant to plant and give rise to numerous small colonies which can rapidly increase dependent on weather conditions and the incidence of natural enemies.

These colonies initially consist of wingless aphids. After some time alatae are produced, the summer migrants.

With the aid of wind and thermals also the summer migrants can move over great distances. Thereby leaf roll virus can be spread to a considerable extent, against which vector control only offers limited possibilities, because the summer migrants may already be infected with leaf roll when they arrive in the crop.

In the autumn, after mating and fertilisation, eggs are deposited on the branches of the primary host plants.

The time during which the infective aphid has to feed on an infected plant to acquire leaf roll virus (acquisition time), can in general be estimated at 2-6 hours, whereby the age of the plant can play a part.

The time that has to elapse after the acquisition of leaf roll virus and before the vector is able to infect a healthy potato plant with virus (circulation time), in general lies between 24 and 48 hours. During this time the virus multiplies in the vector.

The time during which the infective aphid has to feed on a healthy potato plant to transmit the virus (inoculation time) in general is at least 2 hours.

The chances of infection differ from case to case. The various potato varieties are not equally susceptible. The age of the plant plays a part too. Moreover, the ability to infect differs also within the aphid species: it has been proved that within *Myzus persicae* clones differ constantly in ability to transmit virus.

After the infection the virus eventually spreads through the whole plant. Environmental conditions and the age of the plant have an influence upon the speed of virus transport. In seed potato crops in the harvesting period the time required by leaf roll virus to reach the tubers, can for practical purposes be estimated at 10 days after the infection of the leaf. In most cases the primary disease symptoms in the leaf appear a few weeks later; their visibility depends on environmental conditions and on the virulence of the virus strain under consideration.

The systemic insecticides used in our field trials are readily absorbed by the plant via the root as well as via the leaf. The translocation in the stem mostly takes place in upward direction. The extra-vascular spread mostly occurs via the cell walls. When with judicious spraying with a suitable systemic insecticide most parts of a plant have been covered, all parts of the plant will soon reach a sufficient toxicity to kill the aphids occurring thereon. In the open field plants remain sufficiently toxic to aphids for 1 to 3 weeks after a spraying. The rate of

killing also depends upon the age of the plant. When crops are sprayed the aphids occurring in the crop generally are incapacitated for virus transmission within 3-6 hours. Larvae, deposited by winged immigrants in regularly sprayed crops are also rapidly killed.

It has often been assumed that aphids are being irritated by systemic insecticides in such a way that they would more frequently probe into the plant, but this has by no means been proved. There are even indications of a certain deterrent effect of these insecticides in respect of *Myzus persicae*.

In seed potato growing in the Netherlands on average the best results are obtained when roguing¹⁾ is completed as early as possible, preferably before aphids occur in the crop. However, this is not always possible. If roguing is carried out when aphids occur in the crop, primarily diseased plants are often being found in groups around the spots where secondarily diseased plants were rogued. Spring migrants in their search for the right host plant as well as their progeny when they are shaken off the plant when this is rogued are the cause of this early virus spread. By vector control both can in time be eliminated before they transmit virus.

2. Design and methodology of the field experiments

Practically all our field experiments were arranged as "incomplete latin squares" or as "lattice squares", whereby every object was laid out in quadruplicate or in triplicate. The individual plots consisted of 78-140 plants, with a width between the rows of 0.6 metres and a width of 0.3 metres between the plants in a row.

Satisfactory mutual isolation of the individual plots was obtained by means of two well closed rows of oat plants, with a width of approx. 0.2 metres between the rows, which prevented aphids from passing through.

In view of the fact that leaf roll disease forms patches of diseased plants in the field, a statistical analysis of the results obtained has not been made.

In our experiments we have used the potato varieties Bintje and Furore, the former being moderately, the latter fairly strongly susceptible to leaf roll.

A rough estimate was made of the aphid density of the experimental crops once or twice a week. Particulars regarding the summer flights were obtained by means of yellow aphid trapping pans.

The vector control was effected with two systemic insecticides: "Systox", on basis of 0.0 diaethyl-0-(2-aethylmercaptoaethyl) thiophosphate and "Metasystox", on basis of 0.0 dimethyl-0-(2-aethylmercaptoaethyl) thiophosphate. Moreover, in the first and last year "Folidol - E 605" was used, which has hardly any systemic effect, however. The sprayings with "Folidol", "Systox" and "Metasystox" were always carried out with quantities of spraying liquid of 800-1000 litres per hectare, in concentrations of 0.06%, 0.1% and 0.2%.

¹⁾ In seed potato culture "roguing" is a term used for the removal of diseased and abnormal plants from a crop.

In 1951 and 1952 the sprayings were commenced a few weeks after the experimental crop had come up. When the drawbacks of this method from the point of view of vector control had become apparent, the sprayings were always commenced immediately after the coming up of the crop.

In order to follow the course of the virus infection of the tubers, a number of lifting dates, varying from 2 to 7, were included in the experimental designs. We preferred "haulm plucking" to direct lifting: i.e. removing the haulms by pulling them out whereby the tubers remain in the soil. The extent of the infection of the harvested tubers was determined by growing a sample of each harvested plot in the open field in the year following that of the experiment.

3. Field experiments for controlling leaf roll vectors

In 1951 a simple experiment was conducted with seed potatoes of the variety Bintje wherein no leaf roll diseased tubers occurred. The vector control was carried out with "Folidol" and "Systox". The aphids developed slowly and only about the middle of July an extensive aphid population occurred in the unsprayed plots when simultaneously considerable summer flights of *Myzus persicae* took place. In this experiment the date of haulm plucking had a decisive effect on the health of the progeny, which the vector control had not (see table 1). From table 1 it further appears that aphids in a sprayed crop do not cause more leaf roll infection than in an unsprayed crop. Extensive aphid populations cause considerable feeding damage (see table 2).

In 1952 an experiment was made with Bintje seed potatoes which contained approx. 1.5% leaf roll. The vector control was effected with "Systox". *Myzus persicae* was not numerous in that year and large summer flights did not occur. Vector control had a favourable effect on the health of the progeny (see table 3). From table 4 it appears that the yield of a seed potato crop in the lifting period still rapidly increases. With the aid of vector control it was possible to prolong the growing period without impairing too much the health of the progeny, which from an economic point of view is of great importance.

After the experimental results obtained in 1951 and 1952 and on the basis of our practical experiences in seed potato growing, we have come to the hypothesis that under Netherlands conditions leaf roll virus is spread mainly in the beginning of the growing period of the crop, with the spring migrants and their apterous progeny as vectors. In virus spread a distinction should be made between endogenous and exogenous infection. By endogenous infection we mean the spread of virus within the field, the virus diseased plants in the field acting as sources of infection. By exogenous infection we mean the virus infection whereby the virus is introduced in the crop from outside, mostly by winged vectors. Vector control will entirely eliminate the endogenous leaf roll infection, but only partly the exogenous infection. Therefore the vector control should be commenced as soon as the crop comes up and, if possible, be continued until haulm plucking.

This vector control was tried in 1954 with Bintje and Furore crops, from

which respectively 0.5% and 6% leaf roll were rogued. The sprayings were carried out with "Systox". The spring migrants occurred very early and eventually in much greater numbers than normal. In the unsprayed plots an aphid population developed to a normal extent. In the second week of July large summer flights of *Myzus persicae* took place. With Bintje (see table 5) as well as with Furore (see table 6) vector control produced good results.

The experiment of 1954 was repeated in 1955 with Bintje and Furore, from which crops respectively 4% and 2% leaf roll were rogued. The vector control was carried out with "Systox". *Myzus persicae* occurred only late and moreover in small numbers. About mid-July summer flights took place to a moderate extent. Although the spread of leaf roll virus in 1955 was much smaller than in 1954, vector control with "Systox" nevertheless produced positive results (see tables 7 and 8).

In 1956 the results of vector control were studied in a case where secondarily leaf roll infected plants had been rogued at a very late stage. We conducted an experiment with Bintje and Furore crops containing respectively 5% and 0.15% leaf roll. The vector control was carried out with "Metasystox". The initial incidence of *Myzus persicae* was negligible. Only by the end of June the small colonies in the unsprayed plots commenced to increase rapidly and in the second half of July large summer flights occurred. From the tables 9 and 10 it appears that due to vector control, notwithstanding very late roguing, it has been possible to obtain a progeny with an acceptable condition of health. The above proves that vector control with systemic aphicides is capable of eliminating the endogenous leaf roll infection entirely.

Endogenous and exogenous infection can be distinguished from each other by comparing the progeny of an unsprayed crop with that of a sprayed crop grown under the same conditions. The exogenous infection then often proves to be a comparatively small part of the total infection. However, summer flights of *Myzus persicae* at the end of the growing period may sometimes cause serious leaf roll infections. The Netherlands seed potato grower tries to avoid this by an early lifting of the not yet mature crop.

In table 11 an impression is given of the yield depression which is a result of the feeding damage caused by aphids.

4. Control of leaf roll vectors in seed potato growing in practice

In 1957 an experiment was conducted to investigate how the seed potato grower could utilize the possibilities of vector control with systemic aphicides to the best advantage. Moreover, in this experiment we investigated the effects of early and of late roguing on seed potato crops which had and crops which had not been sprayed with systemic aphicides.

The experiment was conducted with the variety Furore. The percentage of leaf roll was raised to approx. 8% by adding specially grown secondarily infected material. The vector control was carried out with "Metasystox". The roguing was

started very early; it was completed quickly. The spring migrants occurred very early and were numerous. Summer flights of *Myzus persicae* occurred as early as the beginning of June and until mid-July in fairly considerable numbers. The extent of the population in the unsprayed plots remained normal.

The results summarized in table 12 prove that the first two sprayings after the coming up of the crop were sufficient to obtain a progeny which was fit for use as seed potatoes. This could not be achieved without spraying. Endogenous infection by spring migrants would also for 1957 appear to be the principal cause of leaf roll infection. Roguing was of no advantage to the health of the progeny, neither in the sprayed, nor in the unsprayed crop. Apparently the virus spread had already taken place before roguing was started.

In 1957 we studied the results obtained with vector control in 82 stock seed potato crops on 12 farms, farms that excelled in the carefulness and professional knowledge of the growers. From table 13 it can be concluded that the control of leaf roll vectors with aphicides, and in particular with "Systox", has not remained without results.

5. The secondary leaf roll infection of the planted tubers compared with that of their progeny in differently treated seed potato crops

In the Netherlands a correlation between the number of infected plants in the initial material and the extent of the leaf roll infection in the progeny has since long been accepted to be present in untreated crops. In our opinion such a correlation could not exist in seed potato crops in which the leaf roll vectors are consistently killed by systemic insecticides. In 1957 we tested the correctness of our hypothesis in a field experiment. In this experiment we also gained some insight into the effect of an extra gift of nitrogen and the effect of mowing the haulms close to the soil at the end of June, on the extent of the leaf roll infection in seed potato crops. In the course of this experiment an error was made: the extra nitrogen was given on the plots where the haulms were mowed (see table 14).

The experiment was made with the variety Bintje. The percentage of leaf roll in the seed potatoes used and the treatment of the objects is mentioned in table 14. The vector control was effected with "Metasystox". Roguing was commenced very early and rapidly completed. The aphid situation was identical to that of the experiment of 1957, described in chapter 4. In table 14 it is proved that in the plots not sprayed with "Metasystox", notwithstanding very early roguing, there is a correlation between the percentage of leaf roll of the planted tubers and that of the progeny. In the plots that had been sprayed this correlation does not exist. In the unsprayed plots the mowing of the haulms plus an extra gift of nitrogen proved to have an unfavourable effect on the health of the progeny. A similar tendency, though very slightly, would also seem to occur in the crops which had been sprayed.

6. Aphicides against vectors of potato virus Y

Until 1957 the incidence of virus Y was so negligible that it did not seem

justified to draw conclusions regarding this virus from our experimental results. However, in 1957 the strains of virus Y known up till then occurred fairly frequently. Besides, a new group of virus strains related to virus Y spread from Germany all over Europe. This group differs from the strains known up till then a.o. by the disease symptoms caused in tobacco; it is here referred to as „Tabakrippenbräune Y-virus“ (trb-virus Y), in the Netherlands also as "new virus Y".

This virus can cause considerable losses in yield in the crop. Several much grown potato varieties appeared to be moderately to strongly susceptible to trb-virus Y, which has already caused a considerable shift in the assortment of potato varieties in some European countries.

The trb-virus Y shows a wide range of variety in the disease symptoms which are often not noticeable before a very late stage.

The spread of the trb-virus Y in the field occurs almost exclusively by many species of aphids, whereby infected potato plants form by far the most important virus reservoir and perhaps to some small extent by plants rubbing against each other. Also non-potato aphids are of great importance in this respect because such aphids can become transmitters of a non-persistent virus, when making feeding punctures on the host plant without colonizing it. This is connected with a greater chance for aphids of being infected with a non-persistent virus with shortening of the feeding period and with probing less deeply into the leaf. Aphids probably transmit virus Y on barbed ridges at the top of the stylets. Yet it is possible that the role of the vector in transmitting non-persistent viruses is not solely a mechanical one. For aphids the best chances to transmit virus Y are with acquisition and inoculation periods in the order of 10 seconds. Aphids remain infected with virus Y for a few hours at the utmost, this time being considerably reduced when they probe into a plant tissue or through a membrane.

In the practice of the seed potato growing 3 or more weeks elapse after the infection of the plant before the primary disease symptoms become noticeable. The time required by the virus in the field to reach the tubers after primary infection is shorter and is presumably about 10 days. The existence of mature plant resistance can definitely be proved in the case of the strains of virus Y known of old; in the case of the trb-virus Y mature plant resistance probably does not exist at all.

Virus Y is most readily transmitted in sunny warm weather; leaf roll virus however, mainly in cool weather and during the night.

The spraying of a potato crop with systemic aphicides would appear to offer little perspective in respect of the spread of virus Y, because the acquisition and transmission of virus by winged aphids can take place in comparatively few seconds. However, the endogenous transmission of virus Y by wingless aphids, which is often being under-estimated, can be eliminated almost completely by vector control. This applies to a considerably less extent to the endogenous and exogenous infection caused by winged aphids. The results of sprayings with aphicides in respect of the spread of virus Y in a crop will for a great deal be decided by the share of each of the three abovementioned infection components in the total infection with virus Y.

The extent of the infection with virus Y in a crop is also largely decided by the number of virus sources occurring in the crop.

Sometimes it is felt that systemic aphicides would irritate aphids in such a way that this would tend to increase their probing in the plant, as a result of which more virus Y would be spread. This opinion has yet never been proved to be correct.

We have examined the progeny of the experimental crop described in chapter 5, not only on the occurrence of leaf roll, but also on the occurrence of virus Y: see table 15. There was no question of an increased incidence of virus Y in the sprayed plots; on the contrary, in the progeny of the sprayed plots in general less virus Y occurred than in the progeny of the unsprayed plots. In our opinion the differences should mainly be attributed to the elimination of the endogenous infection by wingless aphids.

Vector control with systemic aphicides, with the object of checking the spread of trb-virus Y, would seem to be of particular interest in those cases where in a crop plants occur which show the symptoms of a secondary infection with this virus only after a considerable time.

LITERATUUR

- ANONYMUS (1961): Aphid control reduces leafroll spread. *Potato Counciller (Official organ of Maine Potato Council)* 7, 4: 13-14.
- ANNAND, P. N., Chief and Members of the Staff U.S.D.A. Agr. Res. Adm. (1944): Tests conducted by the Bureau of Entomology and Plant Quarantine to appraise the usefulness of DDT as an insecticide: *J. econ. Ent.* 37: 125-159. Ref. in: *Rev. appl. Ent.* (1948) 32 A: 376.
- ARENZ, B. (1951): Der Einfluss verschiedener Faktoren auf die Resistenz der Kartoffel gegen die Pfirsichblattlaus. *Z.Pflbau* 2: 49-67.
- ARENZ, B. (1956): Die Ausbreitung der Viruskrankheiten der Kartoffel in Abhängigkeit von Sorte und Umweltsbedingungen. *Bayer. Landw. Jb.* 33: 657-674.
- ARENZ, B. & W. HUNNIUS (1958): Untersuchungen über die Sortenresistenz gegen verschiedene Y-Virus-Stammgruppen. *Züchter* 28: 360-366.
- ARENZ, B. & W. HUNNIUS (1959): Der Einfluss verschiedener Virusarten auf die Ertragsbildung bei der Kartoffel. *Bayer. Landw. Jb.* 36: 163-173.
- BAGNALL, R. H. (1953): The spread of potato virus Y in seed potatoes in relation to the date of harvesting and the prevalence of aphids. *Canad. J. agric. Sci.* 33: 509-519.
- BAGNALL, R. H. & R. H. E. BRADLEY (1955): Note on a virus latent in potato plants. *Amer. Potato J.* 32: 252-253.
- BALD, J. G. & D. O. NORRIS (1943): Transmission of potato virus diseases. 1. Field experiments with leaf roll at Canberra, 1940-41. *Bull. Coun. Sci. Industr. Res. Aust.* no. 163: 5-18. 2. The aphid population of potatoes at Canberra during 1940-41. *Bull. Coun. Sci. Industr. Res. Aust.* no. 163: 19-31.
- BALD, J. G., D. O. NORRIS & G. A. HELSON (1946): Transmission of potato virus diseases. 5. Aphid population, resistance and tolerance of potato varieties to leaf roll. *Aust. Coun. Sci. and Industr. Res. Bull.* 196: 1-32. Ref. in: *Biol. Abstr.* 21 (1947): 20753.
- BARTELS, R. (1958^a): Serologische Differenzierungsversuche mit Stämmen des Kartoffel-Y-Virus. *Proc. third Conf. Potato Virus Diseases. Lisse-Wageningen, 1957*: 13-19.
- BARTELS, R. (1958^b): Die Konzentration des Kartoffel-Y-Virus in Kartoffelpflanzen. *Zbl. Bakt., Par., Inf. u. Hyg.* 2, 111: 185-190.
- BARTELS, R. (1959): Erfahrungen mit dem serologischen Test auf Kartoffel-Y-virus. *Mitt. biol. Bundesanst. (ZentAnst.)* 97: 61-63.
- BAWDEN, F. C. (1956): Plant viruses and virus diseases. Third revised edition, 327 pp. WALTHAM, MASS., U.S.A..
- BAWDEN, F. C. & B. KASSANIS (1947): The behaviour of some naturally occurring strains of potato virus Y. *Ann. appl. Biol.* 34: 503-516.
- BEEMSTER, A. B. R. (1958^a): Transport van X-virus in de aardappel bij primaire infectie. With a summary: Translocation of virus X in the potato in primarily infected plants. Thesis, Wageningen.
- BEEMSTER, A. B. R. (1958^b): Some aspects of mature plant resistance to viruses in the potato. *Proc. third Conf. Potato Virus Diseases. Lisse-Wageningen, 1957*: 212-217.
- BEEMSTER, A. B. R. (1961^a): Translocation of leaf roll and virus Y in the potato. *Proc. fourth Conf. Potato Virus Diseases. Braunschweig, 1960*: 60-67.
- BEEMSTER, A. B. R. (1961^b): Een vergelijking tussen het transport van X-virus en twee verschillende stammen van Y-virus in aardappelplanten. With a summary: A comparison between the translocation of virus X and two different strains of virus Y in potato plants. *Tijdschr.PlZiekt.* 67: 278-279.
- BERCKES, R. (1958): Serologischer Nachweis von Viren in der Kartoffelpflanze. *Kartoffelbau*, 9, 7: 137.
- BERKNER, F. (1939): Gedanken zur Erzeugungsschlacht, XIV. Altes und Neues vom Kartoffelspätbau. *Dtsch. landw. Pr.* 66: 233-234.
- BJÖRLING, K. & F. OSSIANNILSSON (1958): Investigations on individual variations in the virus-transmitting ability of different aphid species. *Soeker, Handlingar II, 14, 1*: 1-13.

- BODE, O. (1959): Untersuchungen über das Y-Virus der Kartoffel (Tabak-Rippenbräune-Stämme). *Mitt. biol. BundesAnst. (ZentAnst.) Berl.* 97: 52-60.
- BODE, O. (1961): Prüfung der Resistenz von Kartoffelsorten gegen das Kartoffel-Y-Virus. *Proc. fourth Conf. Potato Virus Diseases. Braunschweig, 1960*: 93-98.
- BODE, O. & J. VÖLK (1957): Beobachtungen über einen neuen Stamm des Kartoffel-Y-Virus. *Kartoffelbau* 8, 7: 140-141.
- BODE, O., K. SCHEIBE & G. BORCHARDT (1958): Resistenz von Kartoffelsorten gegenüber dem Y-Virus. *Kartoffelbau* 9, 11: 231-232.
- BOKX, J. A. DE (1961): Waardplanten van het aardappel-Yⁿ-virus. With a summary: Hostplants of the potato virus Yⁿ (tobacco vein necrosis virus). *Tijdschr. PlZiekt.* 67: 273-277.
- BONNEMAISON, L. (1951): Contribution à l'étude des facteurs provoquant l'apparition des formes ailées et sexuées chez les Aphidinae. Thesis, Sc. Nat. Paris.
- BOYCE, A. M. (1944): Gesarol, a promising agricultural insecticide. *Calif. Citrogr.* 29, 3: 76-77.
- ▷ BRADLEY, R. H. E. (1954^a): Ultra-violet irradiation of tobacco infected with potato virus Y reduces the availability of virus to aphids. *Nature, London* 173: 350.
- BRADLEY, R. H. E. (1954^b): Studies of the mechanism of transmission of potato virus Y by the green peach aphid, *Myzus persicae* (SULZ.). *Canad. J. Zool.* 32: 64-73.
- BRADLEY, R. H. E. (1956): Effects of depth of stylet penetration on aphid transmission of potato virus Y. *Canad. J. Microbiol.* 2: 539-547.
- BRADLEY, R. H. E. (1959): Loss of virus from the stylets of aphids. *Virology* 8: 308-318.
- BRADLEY, R. H. E. & R. Y. GANONG (1953): Note on the time potato leaf roll virus takes to pass from aphids on the leaves into developing tubers. *Canad. J. Bot.* 31: 143-144.
- BRADLEY, R. H. E. & R. Y. GANONG (1955^a): Evidence that potato virus Y is carried near the tip of the stylets of the aphid vector *Myzus persicae* (SULZ.). *Canad. J. Microbiol.* 1: 775-782.
- BRADLEY, R. H. E. & R. Y. GANONG (1955^b): Some effects of formaldehyde on potato virus Y in vitro, and ability of aphids to transmit the virus when their stylets are treated with formaldehyde. *Canad. J. Microbiol.* 1: 783-793.
- BRADLEY, R. H. E. & R. Y. GANONG (1957): Three more viruses borne at the stylet tips of the aphid *Myzus persicae* (SULZ.). *Canad. J. Microbiol.* 3: 669-670.
- BRADLEY, R. H. E. & D. W. RIDEOUT (1953): Comparative transmission of potato virus Y by four aphid species that infest potato. *Canad. J. Zool.* 31: 333-341.
- BRANDT, H. (1949): Versuche über die Bekämpfung von Blattläusen an Kartoffeln zur Verminderung der Viruskrankheiten. *Pflanzenschutz* 1: 84-86.
- BROADBENT, L. (1948): Aphis migration and the efficiency of the trapping method. *Ann. appl. Biol.* 35: 379-394.
- BROADBENT, L. (1949): Factors affecting the activity of alatae of the aphids *Myzus persicae* SULZER and *Brevicoryne brassicae* (L.). *Ann. appl. Biol.* 36: 40-62.
- BROADBENT, L. (1950): The correlation of aphid numbers with the spread of leafroll and rugose mosaic in potato crops. *Ann. appl. Biol.* 37: 58-65.
- BROADBENT, L. (1957): Insecticidal control of the spread of plant viruses. *Annu. Rev. Ent.* 2: 339-354.
- BROADBENT, L., P. E. BURT & G. D. HEATHCOTE (1956): The control of potato virus diseases by insecticides. *Ann. appl. Biol.* 44: 256-273.
- BROADBENT, L., P. E. BURT & G. D. HEATHCOTE (1957^a): Insecticidal control of potato virus spread. *Proc. third Conf. Potato Virus Diseases. Lisse-Wageningen, 1957*: 91-105.
- BROADBENT, L., P. E. BURT & J. S. NIX (1957^b): The cost of using insecticides to maintain the health of potato seed in England and Wales. *N.A.A.S. quart. Rev.* 38: 144-151.
- BROADBENT, L., R. P. CHAUDHURI & L. KAPICA (1950): The spread of virus diseases to single potato plants by winged aphids. *Ann. appl. Biol.* 37: 355-362.
- BROADBENT, L., G. D. HEATHCOTE & P. E. BURT (1960): Field trials on the retention of potato stocks in England. *Eur. Potato J.* 3: 251-262.
- BROADBENT, L., G. D. HEATHCOTE & E. C. MASON (1958): An Essex farm trial on the insecticidal control of potato virus spread. *Plant Pathology* 7, 2: 53-55.
- BROADBENT, L., C. E. CORNFORD, R. HULL & T. W. TINSLEY (1949): Overwintering of aphids, especially *Myzus persicae* (SULZER) in root clamps. *Ann. appl. Biol.* 36: 513-524.
- BRONSON, T. E., F. F. SMITH & G. W. SIMPSON (1946): Control of aphids on potatoes in Eastern Maine. *J. econ. Ent.* 39: 189-194.

- COCHRAN, W. G. & G. M. COX (1950): Experimental designs. J. WILEY & SONS, New York; CHAPMAN & HALL, London: 446 pp.
- DAVID, W. A. L. & B. O. C. GARDNER (1954): The action of the systemic insecticide Systox on aphids. *Bull. ent. Res.* 45: 683-692.
- DAVIES, W. M. (1932): Ecological studies on aphides infesting the potato crop. *Bull. ent. Res.* 23: 535-548.
- DAVIES, W. M. (1934): Studies on aphides infesting the potato crop. II. Aphis survey: its bearing upon the selection of districts for seed potato production. *Ann. appl. Biol.* 21: 283-299.
- DAVIES, W. M. (1935): Studies on aphides infesting the potato crop. III. Effect of variation in relative humidity on the flight of *Myzus persicae* SULZ.. *Ann. appl. Biol.* 23: 106-115.
- DAVIES, W. M. (1939): Studies on aphides infesting the potato crop. VII. Report on a survey of the aphis population of potatoes in selected districts of Scotland. *Ann. appl. Biol.* 26: 116-134.
- DAVIES, W. M. & T. WHITEHEAD (1935): Studies on aphides infesting the potato crop. IV. Notes on the migration and condition of alate *Myzus persicae* SULZ.. *Ann. appl. Biol.* 22: 549-556.
- DAVIES, W. M. & T. WHITEHEAD (1938): Studies on aphides infesting the potato crop. VI. Aphis infestation of isolated plants. *Ann. appl. Biol.* 25: 122-142.
- DAVIS, E. W. & B. J. LANDIS (1951): Life History of the green peach aphid on peach and its relation to the aphid problem on potatoes in Washington. *J. econ. Ent.* 44: 586-590.
- DAY, M. F. (1955): The mechanism of transmission of potato leaf roll by aphids. *Aust. J. biol. Sci.* 8: 498-513.
- DONCASTER, J. P. & P. H. GREGORY (1948): The spread of virus diseases in the potato crop. *Agric. Res. Coun. Rep. no 7*: 1-189. H.M.S.O., London.
- DYKSTRA, T. P. (1933): Weeds as possible carriers of leaf roll and rugose mosaic of potato. *J. agric. Res.* 47: 17-32.
- EHRHARDT, P. (1960): Zum Sauerstoffverbrauch von *Myzus persicae* (SULZ.) vor und nach Aufnahme des Blattrollvirus. *Ent. exp. & appl.* 3: 114-117.
- EICHINGER, A. (1949): Zum Abbau der Kartoffeln. *Neue Mitt. Landw.* 4, 2: 30-31; 4, 3: 54-55.
- ELZE, D. L. (1927): De verspreiding van virusziekten van de aardappel (*Solanum tuberosum* L.) door insecten. Thesis, Wageningen.
- USMARGH, F. (1932): Die Blattrollkrankheit der Kartoffel: 91 pp. Verlag Julius Springer, Berlin.
- FENJVES, P. (1945): Beiträge zur Kenntniss der Blattlaus *Myzus persicae* SULZ., Überträgerin der Blattrollkrankheit der Kartoffel. *Mitt. schweiz. ent. Ges.* 19: 489-611.
- FIDLER, J. H. (1949): A three years' survey of potato aphids in north-east Yorkshire. *Ann. appl. Biol.* 36: 63-75.
- FRANKEN, W. C. A. C., A. J. REESTMAN & D. HILLE RIJ LAMBERS (1957): Proeven met Systox in de praktijk in de jaren 1954 en 1955. *Landbouwwoorlichting* 15: 545-553.
- GABRIEL, W. (1958): Études sur les vecteurs maladies à virus de la pomme de terre en Pologne. *Parasitica*, 14: 119-134.
- GERSDORF, E. (1949): Überwinterung der Pfirsichblattlaus (*M.p.*) im Winter 1948/49. *NachrBl. biol. ZentAnst. Braunschweig* 1: 82.
- GERSDORF, E. (1955): Zum Einfluss der Vektoren auf das Auftreten durch Blattläuse übertragbarer Viren. *Höfchenbr. Wiss.* 8, 4: 194-218.
- GERSDORF, E. (1960): Sind Spritzungen gegen das „Y“-Virus der Kartoffel aussichtsreich? *Kartoffelbau* 11: 70-71.
- GIESECKE, W. (1960): Vorschau auf die Bildung geschlossener Anbauggebiete für Pflanzkartoffeln in Niedersachsen. *Kartoffelbau* 11: 69-70.
- GILLETTE, C. P. & E. P. TAYLOR (1908): A few Orchard Plant Lice. *Agric. Exp. Sta. Colo. agric. Coll., Bull.* 133: 34.
- GORHAM, R. P. (1942): The progress of the potato aphid survey in New Brunswick and adjacent provinces. *72nd Rep. ent. Soc. Ontario* 1941: 18-20.
- GRANOVSKY, A. A. (1944): Tests of DDT for the control of potato insects. *J. econ. Ent.* 37: 493-499.

- GYRISKO, G. G., J. F. T. JODKA & W. A. RAWLIN (1945): DDT to control potato insects. *J. econ. Ent.* 38: 169-173.
- HAINÉ, E. (1954): Studien und Experimente zur Frage des Populations- und Massenwechsel und des Flugverhaltens virusübertragender Blattläuse. *Anz. Schädlingssk.* 27, 4: 55-59.
- HAINÉ, E. (1955^a): Beobachtungen über das Flugstartverhalten und die Dauer der Flugfähigkeit der Männchen von *Periphyllus aceris acericola* Wlk. *Anz. Schädlingssk.* 28, 5: 67-70.
- HAINÉ, E. (1955^b): Aphid take-off in controlled wind speeds. *Nature, London* 175: 474.
- HAMANN, U. (1961): Resistenzeigenschaften verschiedener Kartoffelsorten gegenüber dem Blattrollvirus. *Proc. fourth Conf. Potato Virus Diseases. Braunschweig, 1960*: 68-75.
- HAMANN, U. & H. GOERLITZ (1959): Die Beeinflussung des Ertrages der Kartoffelsorten Ackersegen, Bona, Frühbote und Erstling durch das Rippenbräunevirus. *NachrBl. dtsh. PflSchDienst, Berl.* 13: 115-119.
- HEATHCOTE, G. D. & L. BROADBENT (1961): Local spread of potato leaf roll and Y viruses. *Eur. Potato J.* 4: 138-143.
- HEIE, O. E. (1954): Studies of the overwintering of *Myzus persicae* SULZER in Denmark and the occurrence of this aphid in beet fields. *Trans. Danish Acad. tech. Sci.* 1954, 1: 1-34.
- HEINZE, K. (1939): Zur Biologie und Systematik der virusübertragenden Blattläuse. *Mitt. biol. Reichsanst. (ZentAnst.) Berl.* 59: 35-48.
- HEINZE, K. (1947): Über Spritzversuche an Kartoffeln zur Bekämpfung der virusübertragenden Blattläuse. *Festschrift Appel*: 31-40.
- HEINZE, K. (1948): Die Überwinterung der grünen Pfirsichblattlaus *M.p.* SULZ. und die Auswirkung der Überwinterungsquellen auf den Massenwechsel im Sommer. *NachrBl. dtsh. PflSchDienst, Berl.* 2: 7-9.
- HEINZE, K. (1949): Kann die Pfirsichblattlaus Kartoffelfelden über grosse Entfernungen mit den Riechorganen wahrnehmen? *NachrBl. biol. ZentAnst. Braunschweig* 1: 3-4.
- HEINZE, K. (1954): Der Einfluss gefässleitbarer Bekämpfungsmittel auf die Übertragung pflanzlicher Viruskrankheiten durch Blattläuse. *Mitt. biol. Bundesanst. (ZentAnst.) Berl.* 80: 81-86.
- HEINZE, K. (1955): Versuche zur Übertragung des Blattrollvirus der Kartoffel in den Überträger (*Myzodes persicae* SULZ.) mit Injektionsverfahren. *Phytopathol. Z.* 25: 103-108.
- HELSON, G. A. H. & T. GREAVES (1945): The use of DDT as an agricultural insecticide. Results of trials, 1944-45. *J. Coun. Sci. Industr. Res. Aust.* 18: 301-309.
- HELSON, G. A. H. & D. O. NORRIS (1943): Transmission of potato virus diseases. 3. Susceptibility of *Cruciferae* to potato leaf roll virus. *J. Coun. Sci. Industr. Res. Aust.* 16: 261-262.
- HILL, R. E. (1945): Effects of DDT and other insecticides on several species of potato insects. *Res. Bull. Neb. agric. Exp. Sta. no 138*: 1-14.
- HILLE RIS LAMBERS, D. (1951^a): Bladluisproblemen. *Meded. Ned. Alg. Keuringsd. (N.A.K.), Wageningen* 8: 26-29.
- HILLE RIS LAMBERS, D. (1951^b): De overwintering van de perzikbladluis *Myzus persicae* SULZ. als ei. *Tijdschr. PIZiekt* 57: 128-129.
- HILLE RIS LAMBERS, D. (1955^a): Potato aphids and virus diseases in the Netherlands. *Ann. appl. Biol.* 42: 355-360.
- HILLE RIS LAMBERS, D. (1955^b): The zoology of Iceland. Volume III, Part. 52 a, *Hemiptera 2. Aphididae*. Ejnar Munksgaard — Copenhagen & Reykjavik.
- HILLE RIS LAMBERS, D. (1960): Bladluizen en Y-virus. *Meded. Ned. Alg. Keuringsdienst (N.A.K.), Wageningen* 16: 105-107.
- HILLE RIS LAMBERS, D., A. J. REESTMAN & A. SCHEPERS (1953): Insecticides against aphid vectors of potato viruses. *Neth. J. agr. Sci.* 1, 3: 188-201.
- HOFFERBERT, W. & H. ORT (1948): Ein Vorschlag zur inneren Therapie der Kartoffelpflanze gegen die Pfirsichblattlaus mit Hilfe von E 605 f. *Kartoffelwirtschaft* 1: 31. Ref. in: *Z. PflKrankh. u. PflSchutz* 56 (1949): 70.
- HOFFERBERT, W. & H. ORT (1952): Weitere Versuche zur inneren Therapie der Kartoffelpflanze gegen die Pfirsichblattlaus. *Höfchenbr. Wiss.* 5, 1: 10-14.
- HOOF, H. A. VAN (1958): Onderzoekingen over de biologische overdracht van een non-persistent virus. With a summary: An investigation of the biological transmission of a non-persistent virus. Thesis, Wageningen.

- JOHNSON, BRUCE (1955): The flight capacity of aphids in relation to the spread of viruses. *Proc. second Conf. Potato Virus Diseases. Lisse-Wageningen, 1954*: 70-74.
- JOHNSON, C. G. (1954): Aphid migration in relation to weather. *Biol. Rev.* 29: 87-118.
- JOHNSON, C. G. (1955): Ecological aspects of aphid flight and dispersal. *Rep. Rothamst. Exp. Sta. for 1955*: 191-201.
- JONES, L. K. (1944): Leaf roll of potato in Washington. *Phytopathology* 34: 935.
- KASSANIS, B. (1950): Heat inactivation of leaf roll virus in potato tubers. *Ann. appl. Biol.* 37: 339-341.
- KASSANIS, B. (1952): Some factors affecting the transmission of leaf roll virus by aphids. *Ann. appl. Biol.* 39: 157-167.
- KASSANIS, B. (1954): Heat-therapy of virus-infected plants. *Ann. appl. Biol.* 41: 470-474.
- KELLER, E. R. (1958): Betrachtungen zur Sortenfrage im Kartoffelbau. *Mitt. schweiz. Landw.* 6: 142-144.
- KENNEDY, J. S. (1950): Aphid migration and the spread of plant viruses. *Nature, London* 165: 1024.
- KENNEDY, J. S. (1951): A biological approach to plant viruses. *Nature, London* 168: 890-893.
- KILPATRICK, D. T. (1953): Profit from potatoes increased by DDT. *J. Dep. Agric. Sci. Aust.* 56: 504-506.
- KLAPP, E. (1942): Arbeiten zur praktischen Bekämpfung des Kartoffelabbaues. *Forschungsdienst, Sonderheft* 16: 370-377.
- KLOSTERMEYER, E. C. (1953): Entomological aspects of the potato leaf roll problem in central Washington. *Tech. Bull. Wash. agric. Exp. Sta.* 9: 1-42.
- KRÜGER, F. H. (1951): Über den Einfluss einseitiger Düngung auf den Kartoffelabbau. *Z. Acker u. Pflanzenbau* 93: 359-385.
- LEMKE, H. (1960): Selektieren nach Einbruch des neuen Y-Virus. *Kartoffelbau* 11: 128.
- LOUGHNANE, J. B. (1941): The susceptibility to leaf roll of certain potato varieties and its effect on their yields. *J. Dep. Agric. Eire (Irish Free St.)* 38: 48-67.
- LOUGHNANE, J. B. (1943): *Aphis rhamni* BOYER; its occurrence in Ireland and its efficiency as a vector of potato virus diseases. *J. Dep. Agric. Eire (Irish Free St.)* 40: 291-298.
- MACCARTHY, H. R. (1954): Aphid transmission of potato leafroll virus. *Phytopathology* 44: 167-174.
- MACGILLIVRAY, M. E. & G. B. ANDERSON (1958): Development of four species of aphids on potato. *Canad. Ent.* 90: 148-155.
- MACINTOSH, J. (1925): Leaf roll, mosaic and related diseases of the potato. *Scot. J. Agric.* 8: 1-2.
- MARAMOROSCH, KARL (1952^a): Direct evidence for the multiplication of aster-yellows virus in its insect vector. *Phytopathology* 42: 59-64.
- MARAMOROSCH, KARL (1952^b): Multiplication of aster-yellows virus in its vector. *Nature London* 169: 194.
- MARAMOROSCH, KARL (1953): Multiplication of a plant virus in an insect vector. *Estratto dagli Atti del VI Congresso Internazionale di Microbiologia Roma 1953*. Vol. 3, Sez. IX: 379-382.
- MARAMOROSCH, KARL (1954): Biological transmission of plant viruses by animal vectors. *Trans. N. Y. Acad. Sci. II*, 16: 189-195.
- MARAMOROSCH, KARL (1955): Relative content of aster-yellows virus in inocula of vectors during four serial transfers. *Amer. J. Bot.* 42: 676-678.
- MARAMOROSCH, KARL (1956^a): Multiplication of plant viruses in insect vectors. *Advanc. Virus Res.* 3: 221-249.
- MARAMOROSCH, KARL (1956^b): Multiplication of aster-yellows virus in *in vitro* preparations of insect tissues. *Virology* 2: 369-375.
- MARAMOROSCH, KARL (1958): Viruses that infect and multiply in both plants and insects. *Trans. N. Y. Acad. Sci. II*, 20: 383-393.
- MEESTER-MANGER CATS, V. DE (1956^a): *Solanum dulcamara* L. (bitterzoet) als mogelijke bron voor bladrolvirus. With a summary: *Solanum dulcamara* L. as a possible source of potato leaf roll virus. *Tijdschr. PZiekt.* 62: 171-173.
- MEESTER-MANGER CATS, V. DE (1956^b): Korte overdrachtijd van bladrolvirus. With a summary: A short transmission period for leaf roll virus. *Tijdschr. PZiekt.* 62: 174-176.
- MEIER, W. (1958): Der Einfluss der Höhenlage und Geländeklimatischer Faktoren auf das Auftreten der grünen Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae* SULZ.) in Kartoffelfelder in der Schweiz. *Eur. Potato J.* 1: 25-46.

- MOERICKE, V. (1941): Zur Lebensweise der Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae* SULZ.) auf der Kartoffel. Thesis, Bonn.
- MOERICKE, V. (1950): Über das Farbsehen der Pfirsichblattlaus (*Myzodes persicae* SULZ.). *Tierpsychol.* 7: 265-274.
- MOERICKE, V. (1955): Über die Lebensgewohnheiten der geflügelten Blattläuse (*Aphidina*) unter besonderer Berücksichtigung des Verhaltens beim Landen. *Z. angew. Ent.* 37: 29-91.
- MORSTAT, H. (1925): Entartung, Altersschwäche und Abbau bei Kulturpflanzen, insbesondere der Kartoffel. *Naturwissenschaft u. Landwirtschaft* 7, Freising, München.
- MÜLLER, H. J. & K. UNGER (1952): Über den Einfluss von Licht, Wind, Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf den Befallsflug der Aphiden *Doralis fabae* Scop. und *Myzodes persicae* SULZ. sowie der Psyllide *Triosa nigricornis* FRST. *Züchter* 22: 206-228.
- MÜLLER, H. J. & K. UNGER, K. NEITZEL & A. RAEUBER, V. MOERICKE & J. SEEMANN (1959): Der Blattlausbefallsflug in Abhängigkeit von Flugpopulation und witterungsbedingter Agilität in Kartoffel- Abbau- und Hochzuchtlagen. *Biol. Zbl.* 78: 341-383.
- MÜNSTER, J. (1948): Recherches sur les pucerons de la pomme de terre. La fréquence en Suisse romande des pucerons vecteurs de maladies à virus. *Mitt. schweiz. ent. Ges.* 21: 159-179.
- MÜNSTER, J. & R. MURBACH (1952): L'application d'insecticides contre les pucerons vecteurs des virozes de la pomme de terre peut-elle garantir la production de plants de qualité? *Rev. rom. Agric.* 8: 41-43.
- MURPHY, P. A. & R. MCKAY (1926): Investigations on the leaf roll and mosaic diseases of the potato. *J. Dep. Agric. Ire.* 26: 1-8.
- NEITZEL, K. & H. J. MÜLLER (1959): Erhöhter Virusbefall in den Randreihen von Kartoffelbeständen als Folge des Flugverhaltens der Vektoren. *Ent. exp. & appl.* 2: 27-37.
- NIENHAUS, F. (1961): Untersuchungen über Infektion, Vermehrung und Nachweis des Kartoffel Y-Virus in Kartoffelknollen verschiedener Sorten. *Proc. fourth Conf. Potato Virus Diseases, Braunschweig*, 1960: 99-105.
- NOBREGA, N. R. & K. SILBERSCHMIDT (1944): Sôbre uma provavel variante do virus „Y” da batahinta que tem a peculiaridade de provocar necroses em plantas de fumo. *Arch. Inst. biol. S. Paulo*: 307-330. With a summary: On a suspected variant of the Potato Virus Y that caused necrosis on tobacco plants. *Rev. appl. Ent* (1948), 36 A: 7-8.
- OORTWIJN BOTJES, J. G. (1919): Iets over het kweken van ziektevrij pootgoed bij aardappelen. Meded. Dir. Landb., 's Gravenhage.
- OORTWIJN BOTJES, J. G. (1920): De bladrolziekte van de aardappelplant. Mit Zusammenfassung: Die Blattrollkrankheit der Kartoffelpflanze. Thesis, Wageningen.
- OORTWIJN BOTJES, J. G. (1941): De invloed van de bladrolziekte op de opbrengst van verschillende aardappellassen. *Tijdschr. PlZiekt.* 47: 25-31.
- OPITZ, K. (1940): Weitere Versuche über den durch Viruskrankheiten herbeigeführten Abbau der Kartoffel. *PflBau* 16: 323-343.
- OPITZ, K. (1946): Die Bedeutung der Witterung für den Abbau der Kartoffel. *Neue Mitt. Landw.* 1: 150-151.
- ORLANDO, A. & K. SILBERSCHMIDT (1945): Estudos sôbre a transmissão da doença de virus solanáceas „necrose das nervuras” por afídios e algumas relações entre esse virus e o seu principal inseto-vetor. *Arch. Inst. biol. S. Paulo*: 133-152. Summary in *Rev. appl. Ent.* (1948) 36 A: 7-8: Studies on the transmission by aphids of „Vein Necrosis”, a virus disease of solanaceous plants, and on some relations between this virus and its principal insect vector.
- PIELN, L. (1958): Die Pflanzguterzeugung 1958. *Kartoffelbau* 9: 243-246.
- REESTMAN, A. J. (1946): De betekenis van de virusziekten van de aardappel naar aanleiding van proeven met gekeurd en ongekeurd pootgoed. With a summary: The importance of the virus diseases of the potato in connection with experiments with certified and uncertified seed. *Tijdschr. PlZiekt.* 52: 97-118.
- REESTMAN, A. J., H. H. SMEENK, B. ZINKWEG & W. H. DE JONG (1950): De aardappel in de Verenigde Staten. *Rapport Studiegroep Landbouw C.O.P.*: 101-116.
- REESTMAN, A. J. (1960): De teelt van aardappelen bij gebruik van pootgoed met matige gezondheidstoestand. *Landbouwwoorlichting* 17: 64-70.
- RICHARDSON, D. E. (1958): Some observations on the tobacco veinal necrosis strain of potato virus Y. *Plant Pathology* 7: 133-135.

- RIGOT, N. & V. MÉLARD (1958): L'amélioration de la pomme de terre pour la résistance au virus de l'enroulement. *Eur. Potato J.* 1: 1-27.
- RIPPER, W. E., R. M. GREENSLADE & G. S. HARTLEY (1951): Selective insecticides and biological control. *J. econ. Ent.* 44: 448-459.
- RÖNNEBECK, W. (1950): Über die Frühjahrsentwicklung der grünen Pfirsichblattlaus (*Myzodes Persicae* SULZER) am Primärwirt im Hinblick auf ihre Bedeutung als Virusüberträger im Kartoffelfeld. *Z. PflKrankh. u. PflSchutz* 57: 351-357.
- RÖNNEBECK, W. (1952): Weitere Beiträge zur Bekämpfung von *Myzus persicae* SULZ. als Virusüberträger im Kartoffelfeld. *Z. PflKrankh. u. PflSchutz* 59: 13-26.
- RÖNNEBECK, W. (1953^a): Standorteinflüsse einer Abbaulage auf die Kartoffel bei Unterbindung von Virusverseuchung. *Z. PflKrankh. u. PflSchutz* 60: 225-246.
- RÖNNEBECK, W. (1953^b): Über eine Besonderheit in der Entwicklung der Fundatrigenien von *Myzodes persicae* SULZER im Jahre 1952 in NW-Deutschland. *Anz. Schädlingssk.* 26: 35-37.
- RÖNNEBECK, W. (1954): Erfolgsaussichten der chemischen Bekämpfung von Virusüberträgern im Kartoffelfeld. *Z. PflKrankh. u. PflSchutz* 61: 113-129; 184-196.
- RÖNNEBECK, W. (1955): Beziehungen zwischen Befall mit Virusüberträgern und Virusausbreitung im Kartoffelfeld. *Höfchenbr. Wiss.* 8,5: 219-225.
- ROSS, H. (1958): Virusresistenzzüchtung an der Kartoffel. *Eur. Potato J.* 1: 1-19.
- ROSS, H. (1959): Über die Verbreitung des Y-Virus der Kartoffel in Deutschland und anderen Ländern. *Phytopath. Z.* 35: 97-102.
- ROSS, H. (1960): Die Praxis der Züchtung auf Infektionsresistenz und extremer Resistenz (Immunität) gegen das Y-Virus der Kartoffel. *Eur. Potato J.* 3: 296-306.
- ROSS, H. (1961): Über die Vererbung von Eigenschaften für Resistenz gegen das Y- und A-Virus in *Solanum stoloniferum* und die mögliche Bedeutung für eine allgemeine Genetik der Virusresistenz in *Solanum sect. Tuberarium*. *Proc. fourth Conf. Potato Virus Diseases. Braunschweig, 1960*: 40-49.
- ROZENDAAL, A. (1954): De betekenis van verschillende virusgroepen voor de teelt van pootgoed. *Landbouwvoorlichting* 12: 299-308.
- ROZENDAAL, A. (1959): Selectie- en keuringsproblemen rondom het „nieuwe“ Y-virus. *Meded. Ned. Alg. Keuringsd. (N.A.K.), Wageningen* 16: 1-4.
- ROZENDAAL, A. (1960): Virusziekten en keuring. *Meded. Ned. Alg. Keuringsd. (N.A.K.), Wageningen* 17: 1-6.
- RUDORF, W. (1958): The significance of wild species for potato breeding. *Eur. Potato J.* 1: 10-20.
- SALAMAN, R. N. & W. R. S. WORTLEY (1939): Potential hosts of potato viruses in garden and field. *Nature, London* 144: 1049-1050.
- SALZMAN, R., P. SCHMIDHAUSER & W. MEIER (1953): Kann die Ausbreitung der Viruskrankheiten der Kartoffel auf dem Feld durch Bekämpfung der Blattläuse verhindert werden? *Mitt. schweiz. Landw.* 1: 97.
- SCHEPERS, A., A. J. REESTMAN & D. HILLE RIS LAMBERS (1954): Some experiments with Systox. *Proc. second Conf. Potato Virus Diseases. Lisse-Wageningen, 1954*: 75-83.
- SCHMELZER, K. & M. KLINKOWSKI (1958): Ein neuer Stamm des Tabakrippenbräune-Virus in Mitteldeutschland. *Naturwissenschaften*, 45: 62.
- SCHMIDT, H. B. (1961): Untersuchungen über das Saugverhalten der Blattläuse. *Proc. fourth Conf. Potato Virus Diseases. Braunschweig, 1960*: 111-116.
- SHANDS, W. A., G. W. SIMPSON & H. E. WAVE (1956): Some effects of two hurricanes upon populations of potato-infesting aphids in northeastern Maine. *J. econ. Ent.* 49: 252-253.
- SHANDS, W. A., G. W. SIMPSON, P. M. LOMBARD, R. M. COBB & P. H. LUNG (1950): Control of aphids on potatoes with DDT when used with fungicides. *Maine agric. Exp. Sta. Bull.* 480, 41 pp.
- SILBERSCHMIDT, K. (1960): Types of potato virus Y necrotic to tobacco; history and recent observation. *Amer. Potato J.* 37: 151-159.
- SILBERSCHMIDT, K. & E. ROSTOM (1955): A valuable indicator plant for a strain of potato virus Y. *Amer. Potato J.* 32: 222-227.
- SILBERSCHMIDT, K., E. ROSTOM & C. MATOS ULSON (1954): A strain of potato-virus Y inducing local and systemic necrotic spots on leaves of tobacco White Burley. *Amer. Potato J.* 31: 213-217.

- SIMPSON, G. W. (1932): Spraying and dusting experiments for the control of potato aphids. *J. econ. Ent.* 25: 634-639.
- SIMPSON, G. W. & W. A. SHANDS (1949): Progress on some important insect and disease problems of Irish potato production in Maine. *Maine agric. Exp. Sta. Bull.* 470, 51 pp.
- SIMPSON, G. W. & W. A. SHANDS (1961): Insecticide applications affect leafroll spread. *Maine Farm Research*, 9: 3-7.
- SIMPSON, G. W., W. A. SHANDS & H. E. WAVE (1956): Potato insect control for 1956. *Maine Farm Research*, 4: 18-21.
- SIMPSON, G. W., W. A. SHANDS & O. L. WYMAN (1952): Use of insecticides on potatoes in Maine. *Maine Extension Bull.* 361, revised: 3-10.
- SMITH, K. M. (1929): Studies on potato virus diseases V; Insect transmission of potato leaf roll. *Ann. appl. Biol.* 16: 209-230.
- SMITH, K. M. (1931): Studies on potato virus diseases IX. Some further experiments on the insect transmission of potato leaf roll. *Ann. appl. Biol.* 19: 141-157.
- SMITH, K. M. & R. W. G. DENNIS (1940): Some notes on a suspected variant of *Solanum Virus 2* (Potato Virus Y). *Ann. appl. Biol.* 27: 65-70.
- SORAUER, P. (1913): Die neuen Untersuchungen Quanjers über die Ursache der Blattrollkrankheit der Kartoffel und der Sorauersche Standpunkt. *Z. PflKrankh.* 23: 244-253.
- SPINDLER (1955): Innertherapeutische Insektizide. *Z. PflKrankh. u. PflSchutz* 62: 97-165.
- STEGWEE, D. (1961): Further investigations on the relations between *Myzus persicae* and the potato leaf roll virus. *Proc. fourth Conf. Potato Virus Diseases. Braunschweig, 1960*: 106-110.
- STEGWEE, D. & M. B. PONSEN (1958): Multiplications of potato leaf roll virus in the aphid *Myzus persicae* SULZ. *Ent. exp. & appl.* 1: 291-300.
- SYLVESTER, E. S. (1949): Aphid control experiment on potatoes in California with special reference to the selective action of DDT dusts. *J. econ. Ent.* 42: 766-769.
- SYLVESTER, E. S. (1956): Aphid transmission of plant viruses. *Proc. tenth int. Congr. Ent.* (1956) 3: 195-200.
- TAYLOR, C. E. (1955): Growth of the potato plant and aphid colonization. *Ann. appl. Biol.* 43: 151-156.
- THUNG, T. H. (1952): Herkenning en genezing van enige virusziekten. (Diagnosis and curing of some virus diseases.) *Meded. Dir. Tuinb.* 15: 714-721.
- TIETZ, H. (1954): Der mit ^{32}P markierte Diäthylthionophosphorsäureester des β -Oxyäthylthioäthyläthers (Wirkstoff des systemischen Insektizides „Systox“), seine Aufnahme in die höhere Pflanze und sein Wanderungsvermögen. *Höfchenbr. Wiss.* 7, 1: 1-56.
- TIETZ, H. & H. FREHSE (1960): Methode zur Bestimmung von Rückständen der systemischen Insektizide der METASYSTOX-Gruppe in pflanzlichem Material. *Höfchenbr. Wiss.* 13, 4: 212-221.
- TODD, J. M. (1961): Tobacco vein necrosis on potato in Scotland: Control of the outbreak and some characters of the virus. *Proc. fourth Conf. Potato Virus Diseases. Braunschweig, 1960*: 82-92.
- UNGER, K. & H. J. MÜLLER (1953): Studien über die Bedeutung von Witterung und Mikroklima für den Massenwechsel der Schwarzen Bohnenlaus (*Doralis fabae* Scop.) *Angew. Meteorology* 1: 257-275.
- UNTERSTENHÖFER, G. (1948): Neue Möglichkeiten der Schädlingsbekämpfung im Kartoffelbau. *Höfchenbr. Wiss.* 1, 2: 20-25.
- UNTERSTENHÖFER, G. (1951): Neue Entwicklungsmöglichkeit in der Blattlausbekämpfung mit chemischen Mitteln. *Z. PflKrankh. u. PflSchutz* 58: 268-275.
- VÖLK, J. (1959^a): Zur Übertragung des Y-Virus durch Insekten und Kontakt. *Z. PflKrankh. u. PflSchutz* 66: 563-571.
- VÖLK, J. (1959^b): Zur Übertragung von Tabak-Rippenbräune-Stämmen des Y-Virus auf Tabak und Kartoffel. *Mitt. biol. Bundesanst. (ZentAnst.) Berl.* 97: 61-63.
- VÖLK, J. (1961): Vorläufige Mitteilung über Versuche zur Übertragung eines nichtpersistenten Virus durch Blattläuse bei verschiedenen Temperaturen. *Proc. fourth Conf. Potato Virus Diseases. Braunschweig, 1960*: 121-125.
- VOSS, G. & P. EHRHARDT (1960): Histologische Untersuchungen an der Wickenlaus *Me-goura viciae* BUCKT. nach Begiftigung mit Systox. *Höfchenbr. Wiss.* 13, 4: 222-234.
- WALDHAUER, W. (1957): Untersuchungen an Klonen der Grünen Pfirsichblattlaus *Myzodes persicae* (SULZ.) zur Frage ihrer virginogenen Überwinterung. Thesis, Bonn.

- WALRAVE, J. (1954^a): Proeven met systemische insecticiden I. With a summary: Experiments with systemic insecticides I. *Tijdschr. PlZiekt.* 60: 93-108.
- WALRAVE, J. (1954^b): Proeven met systemische insecticiden II. With a summary: Experiments concerning the transport of systemic insecticides II. *Tijdschr. PlZiekt.* 60: 205-220.
- WEBB, R. E. (1956): Relation of temperature to transmission of the potato leaf roll virus. *Phytopathology* 46: 470.
- WEBB, R. E., R. H. LARSON & J. C. WALKER (1952): Relationships of potato leaf roll virus strains. *Wis. agric. Exp. Sta. Res. Bull.* 178: 1-40.
- WIERSEMA, H. T. (1959): Het kweken op virusresistentie bij de aardappel. *Meded. Ned. Alg. Keuringsd. (N.A.K.), Wageningen* 16: 77-80.
- WIERSEMA, H. T. (1961): Methods and means used in breeding potatoes with extreme resistance to viruses X and Y. *Proc. fourth Conf. Potato Virus Diseases. Braunschweig*, 1960: 30-36.
- WILLIAMS, W. L. & A. F. ROSS (1957): Acquisition and test feeding periods required on *Physalis floridana* and *Datura stramonium* for aphid transmission of potato leaf roll virus. *Phytopathology* 47: 538.
- WOLF, J. P. M. VAN DER (1949): De onderdrukking van aardappelvirusziekten met behulp van nieuwe insecticiden. *Nieuwe Veldbode* 15, 25: 395.
- WOLF, J. P. M. VAN DER (1955): Kan pootgoedteelt in Zuid-Nederland vergemakkelijkt worden? *Boer en Tuinder* no. 422: 8; no. 424: 6.
- ZIEGLER, O. (1952): Die Ausbreitung der grünen Pfirsichblattlaus unter aerologischen und klimatischen Gesichtspunkten sowie die sich daraus ergebenden Beziehungen zur Infektionsgefahr. *Z. Pflbau* 3: 49-83.